



**ANALISIS PENGARUH *GUIDE VANE OPEN (GVO)* TERHADAP
PERFORMA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA)
(Studi Kasus: PLTA Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

DAHNIL NURHADIAN

11750514735

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2021



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGARUH *GUIDE VANE OPEN (GVO)* TERHADAP
PERFORMA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA)
(Studi Kasus: PLTA Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat)**

TUGAS AKHIR

Oleh:

DAHNIL NURHADIAN

11750514735

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di
Pekanbaru, pada tanggal 02 Juli 2021

Ketua Program Studi

Digitally
signed by
Ewi
Ismaredah
Tanggal:
2021.07.28
11:09:09 WIB

Ewi Ismaredah S.Kom, M.Kom

NIP.19750992 200912 2 002

Pembimbing

Digitally signed
by Marhama
Jelita
Date:
2021.07.21
09:17:05 +07'00'

Marhama Jelita S.Pd, M.Sc

NIK. 130 514 010



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

©

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH *GUIDE VANE OPEN (GVO)* TERHADAP
PERFORMA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA)**

(Studi Kasus: PLTA Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat)

TUGAS AKHIR

Oleh:

DAHNIL NURHADIAN

11750514735

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji

Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

di Pekanbaru, pada tanggal 02 Juli 2021

Pekanbaru, 02 Juli 2021

Mengesahkan,

Dekan

Dr. Hartono, M.Pd

NIP. 19640301 199203 1 003

Dewan Penguji :

Ketua : Dr. Teddy Purnamirza, M.Eng

Sekretaris : Marhama Jelita S.Pd, M.Sc

Anggota I : Dr.Liliana S.T, M.Eng

Anggota II : Susi Afriani S.T, M.T

Ketua Program Studi

Digitally signed by Ewi
Ismaredah
Tanggal:
2021.07.28
11:08:29 WIB

Ewi Ismaredah S.Kom, M.Kom

NIP.19750992 200912 2 002

Digitally signed by
Marhama Jelita
Date: 2021.07.21

Digitally signed by
Liliana
Tanggal:
2021.07.21
13:11:59 WIB

Digitally signed by
Susi Afriani
Tanggal:
2021.07.23
12:13:53
WIB

Digitally signed by
Teddy Purnamirza
Tanggal: 2021.07.27
09:35:19 WIB



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Ditangguhkan UIN Suska Riau

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 24 Mei 2021

Yang membuat pernyataan

DAHNIL NURHADIAN

NIM.11750514735

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Ditugasi Undang-Undang

1. Dilarang menjiplak sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillah, Alhamdulillahirabbil'amin...

Sujud syukurku kusembahkan padaMu Tuhanku, Tuhan Yang Maha Agung nan Maha tinggi, Maha Adil dan Maha Penyayang. Atas kasih sayang-Mu memberiku kekuatan, dan membekali ku dengan ilmu, atas karunia dan kemudahan yang telah Engkau limpahkan pulalah akhirnya Tugas Akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan keharibaan Rasulallah Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi

Ayahanda tercinta,

Terimakasih atas limpahan kasih sayang, atas bimbingan, atas semua yang akan selalu ku ingat dan selalu kurindukan..

Ibunda Tercinta,

Terimakasih atas segala perjuangan tak kenal lelahmu,

Terimakasih untuk selalu mendoakanku,

Terimakasih untuk motivasi dan semangat yang kau berikan padaku

Terimakasih untuk semua pengorbananmu

Maafkan aku ibu sampai hari ini aku masih banyak menyusahkanmu

Tetaplah do'akan aku ibu, Tetaplah disisiku sampai aku bisa membahagiakanmu dimasa tuamu

Kepada Kakak dan adikku,

Karya sederhana ini sebagai bukti aku serius akan keinginanmu untuk melanjutkan pendidikanku, aku berhasil sampai di titik ini tidak lepas dari campur tangan kalian, Keraguan, rasa khawatir kalian selama ini terjawab sudah. Aku berhasil menyelesaikan pendidikan ku, dan tidak berhenti ditengah jalan seperti yang kalian takutkan.

Terimakasih untuk kepercayaan, segala dukungan dan do'a Dan khususnya terimakasih banyak buat kakak dan adik yang banyak membantu ibu meringankan beban ibu Maaf saudara kalian ini masih banyak menyusahkan dan membebani kalian

Kepada Sahabatku....

Hidup terlalu berat untuk kujalani sendiri tanpa campur tangan Tuhan dan orang lain. Tak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah bersama sahabat-sahabat terbaikku. Terimakasih banyak kuucapkan kepada sahabat yang selalu ada, teman yang banyak membantu, dan kawan-kawan seperjuangan TE'17

Tetap Semangat untuk kita semua!



ANALISIS PENGARUH *GUIDE VANE OPEN (GVO)* TERHADAP PERFORMA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) (Studi Kasus: PLTA Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat)

DAHNIL NURHADIAN
11750514735

Tanggal Sidang : 02 Juli 2021

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No.155 Panam, Pekanbaru

ABSTRAK

PLTA Batang Agam merupakan PT. PLN Unit Pelaksana yang memiliki 3 unit terpasang dengan kapasitas 3x3.5 MW. Pembangkitan unit 2 saat ini mengalami penurunan performa dengan nilai efisiensi sebesar 70.4%, dibandingkan pada saat *commissioning* efisiensi pembangkitan bisa mencapai 88%. Performa pembangkitan PLTA dipengaruhi oleh *head efektif* dan *flow* fluida. PLTA memanfaatkan fluida bertekanan lebih yang apabila bertabrakan langsung dengan benda padat dapat menimbulkan efek vibrasi. *Guide vane* merupakan komponen utama yang bertabrakan langsung. *Flow* fluida tersebut diatur oleh *Guide Vane Open (GVO)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *GVO* terhadap vibrasi yang dihasilkan dan performa PLTA Batang Agam, serta menghasilkan pola operasi rekomendasi dengan memperhatikan beberapa faktor dan variabel. Penelitian ini vibrasi berlebih menggunakan metode *Vibration characteristics analysis*, menganalisis spektrum getaran berdasarkan karakteristik getarannya. Hasil dari penelitian diketahui bahwa *GVO* berpengaruh terhadap vibrasi dan performa PLTA Batang Agam. Pengukuran bulan Maret dengan variasi *GVO* 100% terdapat hasil melebihi standar dengan nilai *velocity* hingga mencapai 5.11 mm/s rms ditemukan di beberapa titik, vibrasi tersebut tergolong alarm merah menandakan *vibration causes damage*, sehingga performa menurun hingga 65.78%. Performa bulan Juli dan September performa PLTA Batang Agam paling baik yaitu sebesar 70.39% menggunakan variasi *GVO* 96% dengan daya air sebesar 4.83 MW dan daya *output* 3.4 MW. Bulan Maret performa PLTA Batang Agam paling rendah yaitu sebesar 65.78% menggunakan variasi *GVO* 100% dengan daya air 5.32 MW dan daya *output* 3.5 MW. Pola operasi yang ditawarkan, pada bulan Maret kondisi elevasi 682.50 dan *head efektif* 98.76 m sama seperti bulan Juli, Juni, dan September, maka direkomendasikan untuk menggunakan *GVO* 96% jika menggunakan *GVO* tersebut performa dapat meningkatkan hingga mencapai 70.39% dari sebelumnya 65.78%.

Kata kunci: Vibrasi, Daya, Efisiensi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber dan mengutipnya untuk tujuan lain.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF GUIDE VANE OPEN (GVO) ON PERFORMANCE OF HYDRO POWER PLANT (PLTA) (Case Study: PLTA Batang Agam Unit 2 West Sumatra)

**DAHNIL NURHADIAN
11750514735**

Session Date: Juli 02, 2021

*Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, Riau
Jl. HR. Soebrantas No.155 Panam, Pekanbaru*

ABSTRACT

PLTA Batang Agam is PT. PLN Implementing Unit which has 3 units installed with a capacity of 3x3.5 MW. Unit 2 generation is currently experiencing a decline in performance with an efficiency value of 70.4%, compared to the time of commissioning the generation efficiency could reach 88%. Hydropower generation performance is influenced by the effective head and fluid flow. Hydropower utilizes more pressurized fluid which when colliding directly with solid objects can cause a vibration effect. The guide vane is the main component that collides directly. The fluid flow is regulated by Guide Vane Open (GVO). This study aims to determine the effect of GVO on the vibration generated and the performance of the Batang Agam hydropower plant, as well as to produce a recommended operating pattern by taking into account several factors and variables. This study uses excessive vibration analysis method of vibration characteristics, vibration analysis of vibrations from vibrations. The results of the study show that GVO affects the vibration and performance of the Batang Agam hydropower plant. Measurements in March with a 100% GVO variation showed results exceeding the standard with velocity values up to 5.11 mm/s rms found at several points, the vibration is classified as a red alarm indicating vibration causes damage, so the performance decreases to 65.78%. The performance in July and September was the best performance of the Batang Agam hydropower plant, which was 70.39% using a 96% GVO variation with a water power of 4.83 MW and an output power of 3.4 MW. The performance of the Batang Agam hydropower plant in March was the lowest at 65.78% using a 100% GVO variation with 5.32 MW of water power and 3.5 MW of output power. The operating pattern offered, in March the elevation condition is 682.50 and the effective head is 98.76 m the same as in July, June, and September, it is recommended to use 96% GVO if using GVO the performance can increase up to 70.39% from the previous 65, 78%.

Keywords: *Vibration, Power, Efficiency*



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan karunia -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Salawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan alam, pembawa cahaya bagi kehidupan manusia yakni nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin umat yang patut diteladani bagi seluruh umat yang ada didunia hingga akhir zaman.

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi. Atas berkat rahmat dan ridho Allah SWT penulis dapat Menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisis Pengaruh Guide Vane Open (GVO) Terhadap Performa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) (Studi Kasus: PLTA Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat)”**. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada program Sarjana S1 di UIN SUSKA Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir. Pada proses pembuatan Tugas Akhir banyak penulis dapatkan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikannya, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, baik itu berupa bantuan moral, materi, atau berupa pikiran yang tidak akan pernah terlupakan. Antara lain kepada:

1. Ayahada Sujanto dan Ibunda Suyati tercinta yang telah memberikan semangat, dukungan moril, maupun materil dan doa kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Suyitno S.Ag, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau;
4. Ibu Ewi Ismaredah, S. Kom., M.Kom selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau yang telah membuat proses administrasi pada Jurusan Teknik Elektro menjadi lebih baik dan efektif.



5. Bapak Mulyono ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau;
- Bapak Ahmad Faizal ST., MT selaku koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini;
- Bapak Sutoyo ST., MT selaku Pembimbing Akademik yang selalu membimbing selama perkuliahan, serta membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian studi sarjana;
- Ibu Marhama Jelita S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan banyak waktu serta pemikirannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Pada penyelesaiannya, melalui beliau penulis mendapatkan pengetahuan yang sangat berharga, dengan keikhlasan dan kesabaran dalam memberikan penjelasan dari nol hingga penulis menjadi paham sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
9. Dr Liliana S.T., M.T selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran kepada penulis yang sangat membangun terhadap penulisan Tugas Akhir ini.
10. Susi Afriani, S.T., M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran kepada penulis yang sangat membangun terhadap penulisan Tugas Akhir ini.
11. Seluruh Staff Dosen dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
12. Saudara kandung penulis kakak Indra Syah Putra, adik Assyfa Putri dan adik Al-azri Dimata Putra yang menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Ayuni Pertiwi yang telah memberikan semangat, saran dan masukan motivasi yang sangat berharga agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Sahabat Penulis Siti Hardianti Zainap Tambunan, Rayhan Afif Yazu, Abdul Waris Oktavian, Faldi Okta Rajip, M Siddiq Sabri dan Kos Mita Squad yang telah membantu dilapangan dan memberikan saran dan masukan motivasi yang sangat berharga agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
15. Saudara seperjuangan Rahmat Kurnia Syam, Alfian Fatiwa, Rayhan Pratama Asri, M Fajri, Swastika, Campret'17, Raseg Squad, Campret Advanture dan Saudara TE'17 yang telah memberikan saran dan masukan motivasi yang sangat berharga agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



16. Teman seperjuangan calon S.T ENERGI'17 yang telah memberikan dorongan, membantu, menemani dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
17. Serta seluruh pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Atas jasa-jasa yang telah diberikan kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini mampu diselesaikan sesuai prosedur yang berlaku di Jurusan Teknik Elektro. Tanpa bantuan dan dorongan yang diberikan, penulis tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini, oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah meluangkan waktunya hanya Allah SWT yang mampu membalas niat baik dan keikhlasan dengan sempurna. Semoga dengan keikhlasan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis mengharapkan dengan adanya Tugas Akhir ini mampu memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Pada penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT dan kekurangan datang dari penulis. Dalam hal ini penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan ilmu, pengalaman dan pengetahuan penulis dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini, maka dari itu untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini penulis mengharapkan kritikan dan saran kepada semua pihak yang sifatnya membangun.

Pekanbaru, 25 Juni 2020

DAHNIL NURHADIAN

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
DAFTAR LAMBANG ATAU NOTASI	xx
DAFTAR SINGKATAN	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian	I-5
1.4 Batasan Masalah	I-5
1.5 Manfaat Penelitian	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Teori Dasar Energi Air	II-4
2.2.1 Energi Potensial	II-4
2.2.2 Energi Kinetik	II-4
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	II-5
2.4 Prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	II-6
2.5 Komponen Utama PLTA Batang Agam	II-6
2.5.1 Intake ware	II-7
2.5.2 Tunnel 1	II-7
2.5.3 Sandtrap	II-8
2.5.4 Tunnel 2	II-8



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2.5.5 Daily Pondage	II-8
2.5.6 Tunnel 3	II-9
2.5.7 Surge Tank	II-9
2.5.8 Valve Chamber	II-10
2.5.9 Penstock	II-10
2.5.10 Power house.....	II-11
2.5.11 Tail race	II-11
2.6 Turbin Air	II-12
2.6.1 Turbin Impuls.....	II-13
2.6.2 Turbin Reaksi.....	II-14
2.7 Guide Vane (Pengarah Aliran Air)	II-16
2.8 Sistem Governor	II-17
2.9 Kerugian <i>Head (Head Losses)</i>	II-17
2.10 Persamaan Menghitung Efisiensi Turbin.....	II-19
2.11 Vibrasi	II-20
2.12 Pengukuran Vibrasi	II-23
2.13 Parameter vibrasi	II-23
2.13.1 Frekuensi	II-23
2.13.2 Amplitudo	II-24
2.13.3 Metode Pengukuran Vibrasi	II-24
2.14 Analisa Vibrasi	II-25
2.15 Konsep dan Prinsip Data Sinyal Digital dan Proses <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	II-26
2.15.1 Data Digital Gelombang Waktu dan <i>FFT Spectrum</i>	II-26
2.15.2 <i>Sampling Frequency</i>	II-27
2.15.3 Waktu Pengukuran Dalam Variasi Jarak Frekuensi dan <i>FFT Lines</i>	II-27
2.15.4 Pemilihan <i>FFT Window</i>	II-27
2.15.5 Proses <i>Overlap</i> dan Penggunaannya.....	II-29
2.16 AMS Machinery Manager version 5.6	II-30
2.16.1 Kelebihan AMS Machinery Manager version 5.6.....	II-30
2.16.2 Metode Perhitungan AMS Machinery Manager version 5.6.....	II-30
2.16.3 Hasil Integrasi AMS Machinery Manager version 5.6	II-30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	III-1
3.2 Alur Penelitian.....	III-1
3.3 Tahap Perencanaan.....	III-2



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.3.1	Identifikasi Masalah.....	III-2
3.3.2	Penentuan Judul	III-3
3.3.3	Rumusan Penelitian.....	III-3
3.3.4	Tujuan Penelitian	III-3
3.3.5	Manfaat Penelitian	III-3
3.4	Studi Literatur.....	III-3
3.5	Pengumpulan Data.....	III-4
3.5.1	Data Spesifikasi Turbin.....	III-4
3.5.2	Data Elevasi	III-4
3.5.3	Data aliran fluida, vibrasi dan <i>GVO</i>	III-5
3.6	Vibration Characteristics Analysis	III-8
3.6.1	Pengukuran vibrasi dengan alat CSI-2140	III-9
3.6.2	Pengolahan data Vibrasi dengan <i>Tools AMS Machinery Manager version 5.6</i>	III-11
3.7	Menghitung pengaruh <i>GVO</i> terhadap Performa turbin PLTA.....	III-12
3.7.1	Menghitung Elevasi	III-12
3.7.2	Perhitungan Daya Air.....	III-12
3.7.3	Perhitungan Efisiensi Turbin	III-12
3.8	Performa PLTA Batang Agam	III-13
3.9	Apakah Sesuai Standar ISO 10816-3	III-13
3.10	Rekomendasi Pola Operasi.....	III-14
3.11	Analisis Performa Pembangkitan PLTA Batang Agam dengan Pola Rekomendasi yang Ditawarkan.....	III-14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	<i>Vibration Characteristics Analysis</i>	IV-1
4.1.1	Pengukuran Vibrasi.....	IV-3
4.1.2	Vibrasi Dalam Bentuk <i>Time Domain</i>	IV-2
4.1.3	Vibrasi Dalam Bentuk <i>Frekuensi Domain</i>	IV-2
4.1.4	Hasil Pengukuran Vibrasi	IV-3
4.2	Perhitungan <i>Head</i> Efektif	IV-7
4.2.1	Perhitungan <i>Head</i>	IV-7
4.2.2	Perhitungan <i>Head Losses</i>	IV-8
4.3	Perhitungan Energi Potensial Air (Daya Air)	IV-11
4.4	Perhitungan Efisiensi PLTA Batang Agam	IV-12
4.5	Performa PLTA Batang Agam	IV-13
4.5.1	Potensi Listrik yang Mampu di Bangkitkan.....	IV-14
4.5.2	Efisiensi PLTA Batang Agam.....	IV-14



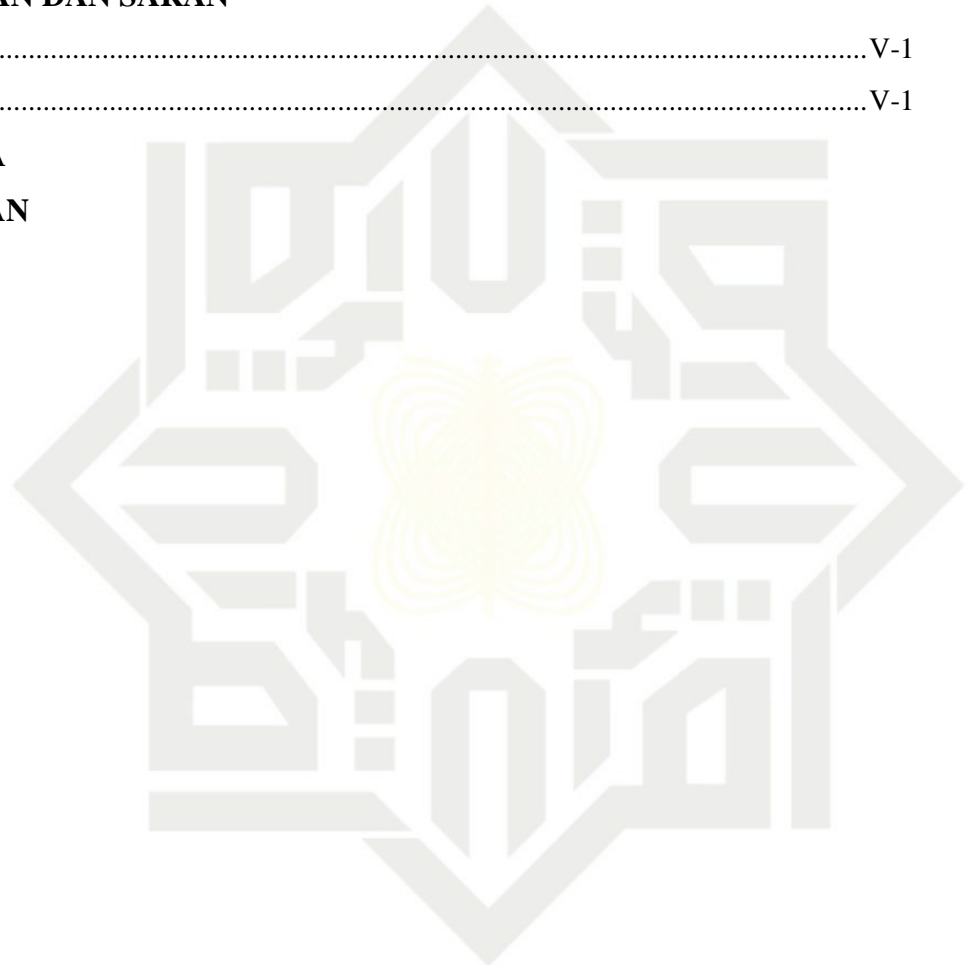
4.5.3 Performa PLTA Batang Agam.....	IV-15
Apakah Sesuai Dengan Standar ISO 10816-3	IV-18
Pola Operasi PLTA Batang Agam yang Ditawarkan	IV-19
4.7.1 Pola Operasi Musim Hujan	IV-20
4.7.2 Pola Operasi Musim Kemarau	IV-20
4.7.3 Pola Rekomendasi yang Ditawarkan	IV-21
Analisis Performa PLTA dengan Pola Rekomendasi yang Ditawarkan.....	IV-23

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.....	V-1
Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi PLTA [16].	II-5
Gambar 2.2 Prinsip Kerja PLTA [17].	II-6
Gambar 2.3 <i>Intake Weir</i> [5].	II-7
Gambar 2.4 <i>Tunnel</i> 1 [5].	II-7
Gambar 2.5 <i>sandtrap</i> [5].	II-8
Gambar 2.6 <i>Tunnel</i> II [5].	II-8
Gambar 2.7 <i>Daily Pondage</i> [5].	II-9
Gambar 2.8 <i>Surge Tank</i> [5].	II-10
Gambar 2.9 <i>Valve Chamber</i> [5].	II-10
Gambar 2.10 <i>Penstock</i> [5].	II-11
Gambar 2.11 <i>Power House</i> [5].	II-11
Gambar 2.12 <i>Tail Race</i>	II-12
Gambar 2.13 Turbin Pelton [19].	II-13
Gambar 2.14 Turbin Turgo [19].	II-14
Gambar 2.15 Turbin Crossflow [19].	II-14
Gambar 2.16 Turbin Francis [19].	II-15
Gambar 2.17 Runner Turbin Kaplan & Propeler [19].	II-15
Gambar 2.18 Sudu Pengarah (<i>Guide vane</i>) [20].	II-16
Gambar 2.19 Komponen Guide vane [20].	II-17
Gambar 2.20 Sistem getaran pada sebuah pegas [28].	II-21
Gambar 2.21 Fungsi Priodik [29].	II-21
Gambar 2.22 hubungan fungsi linier, frekuensi sudut, kecepatan putar [29]	II-22
Gambar 2.23 fungsi harmonic sederhana [29]	II-22
Gambar 2.24 Frekuensi getaran [28]	II-23
Gambar 2.25 Deskriptor amplitudo [29].	II-24
Gambar 2.26 grafik daerah simpangan sinyal amplitudo vibrasi [30].	II-25
Gambar 2.27 Proses analisa vibrasi [29].	II-26
Gambar 2.28 <i>Time Domain</i> ditransform <i>FFT</i> menjadi <i>Frequency Domain</i> [30].	II-27
Gambar 2.29 Kebocoran (<i>leakage</i>) pada gelombang sinusoidal [31].	II-28
Gambar 2.30 Efek <i>window</i> pada <i>time domain</i> [31].	II-28
Gambar 2.31 <i>hanning window</i> [31].	II-29
Gambar 2.32 <i>window</i> jenis lainnya [31].	II-29



Gambar 2. 33 AMS Machinery Manager version 5.6 [33]	II-30
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian	III-2
Gambar 3. 2 Alat CSI-2140	III-9
Gambar 3. 3 Pemasangan sensor <i>transducer</i>	III-10
Gambar 3. 4 Pengukuran vibrasi pada <i>equipment</i>	III-10
Gambar 4. 1 <i>Time Domain</i> pengukuran pada <i>Anti Drive Side Horizontal</i> , beban 100% dan GVO 156 mm	IV-2
Gambar 4. 2 <i>Spectrum</i> pada posisi <i>anti drive side horizontal</i> , beban 100% dan GVO 156 mm	IV-3
Gambar 4. 3 Grafik performa PLTA Batang Agam	IV-18
Gambar 4. 4 Grafik performa PLTA Batang Agam sebelum pola rekomendasi	IV-24
Gambar 4. 5 Grafik performa PLTA Batang Agam sebelum pola rekomendasi	IV-25



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterbaruan Penelitian.....	II-3
Tabel 3. 1 Spesifikasi Turbin [5]	III-4
Tabel 3. 2 Elevasi PLTA Batang Agam tahun 2020 [5]	III-5
Tabel 3. 3 data aliran fluida, vibrasi dan <i>GVO</i> tahun 2020 [5]	III-5
Tabel 3. 4 standar nilai vibrasi berdasarkan ISO 10816-3	III-13
Tabel 4. 1 hasil pengukuran vibrasi	IV-3
Tabel 4. 2 Hasil perhitungan <i>Head</i>	IV-7
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan <i>Head Efektif</i>	IV-11
Tabel 4. 4 Perhitungan daya air	IV-13
Tabel 4. 5 Daya output	IV-13
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Efisiensi.....	IV-14
Tabel 4. 7 Potensi listrik yang mampu di bangkitkan.....	IV-15
Tabel 4. 8 Efisiensi PLTA Batang Agam	IV-16
Tabel 4. 9 Performa PLTA Batang Agam	IV-17
Tabel 4. 10 Vibrasi dan pola operasi pada bulan Maret	IV-19
Tabel 4. 11 Model pola operasi pada saat musim hujan	IV-20
Tabel 4. 12 Model pola operasi pada saat musim kemarau	IV-21
Tabel 4. 13 Performa PLTA Batang Agam sebelum pola operasi yang ditawarkan	IV-22
Tabel 4. 14 Performa PLTA Batang Agam sesudah pola operasi yang ditawarkan.....	IV-23

- Hak cipta dilindungi undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



DAFTAR RUMUS

21	Energi Potensial
22	Energi Kinetik
23	<i>Head Losses</i> Akibat <i>Trashrack</i>
24	<i>Head Losses</i> Akibat Pemasukan
25	<i>Head Losses</i> Akibat Belokan
26	<i>Head Losses</i> Total
27	Kecepatan Aliran Air
28	luas penampang penstock
29	Elevasi Kolam Tando
30	<i>Head Efektif</i>
31	Daya Air
32	Efisiensi Turbin
33	Fungsi Priodik
34	Frekuensi Sudut
35	Fungsi <i>Harmonic</i> Sederhana
37	<i>Sampling Frequency</i>
38	Waktu
39	<i>overlap</i>

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR LAMBANG ATAU NOTASI

P_{air}	= Daya air (W)
ρ	= Massa jenis air (kg/m^3)
g	= Gaya grafitasi (m/s^2)
H_{eff}	= <i>Head efektif</i> atau ketinggian (m)
Q	= Debit air (m^3/s)
η	= Efisiensi mekanik turbin
P_{out}	= Daya turbin (W)
H_{eff}	= Tinggi jatuh air efektif (m)
H_{max}	= Tinggi jatuh air maksimum (m)
ΣHL	= <i>Head losses</i> (m)
v	= Kecepatan aliran air (m/s)
Q	= Debit air yang digunakan (m^3/s)
A	= Luas penampang Penstocks (m^2)
h_L	= Total kerugian <i>head</i> (m)
h_s	= <i>head losses</i> akibat trashrack (m)
h_p	= <i>head losses</i> akibat pemasukan (m)
h_b	= Kerugian <i>head</i> akibat belokan (m)
v	= Kecepatan air dalam pipa (m/s)
k	= koefisien kerugian akibat belokan
h_p	= <i>head losses</i> akibat pemasukan
k	= koefisien
v	= kecepatan aliran (m/s)
g	= gaya gravitasi (m/s^2)
h_s	= <i>head losses</i> akibat trashrack (m)
kt	= koefisien bentuk kisi
bk	= tebal kisi (m)
tk	= jarak kisi (m)
v	= kecepatan aliran (m/s)
g	= gaya gravitasi (m/s^2)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengantarkannya dalam sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR SINGKATAN

: Energi Dan Sumber Daya Mineral
: Energi Baru Terbarukan
: <i>Fast Fourier Transform</i>
: Gardu Induk
: Gardu Hubung
: <i>Guide Vane Open</i>
: <i>Giga Watt</i>
: <i>Kilo Watt Hours</i>
: <i>Mega Watt</i>
: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
: Pembangkit Listrik Tenaga Gas/Gas Dan Uap/ Mesin Gas
: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
: Pembangkit Listrik Tenaga Air
: Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
: Pembangkit Tenaga Listrik Bayu
: Pembangkit Tenaga Listrik Surya
: Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa
: <i>Predictive Maintenance</i>
: <i>Revolutions Per Minute</i>

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menjiplak atau menyalin sebagian atau seluruh isi buku ini untuk keperluan:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR LAMPIRAN

A Diagram <i>Moody</i>	A-1
B <i>Resistance Coefficient</i> Dan Diagram Pipa Persamaan <i>Hazen-Williams</i>	B-1
C Tabel harga koefisien kecepatan	C-1
D Koefisien Kekerasan Pipa	D-1
E Tabel Sifat Air	E-1
F Kerugian <i>Head</i>	F-1
G <i>Entrance Losses</i>	G-1
H Koefisien Kerugian pada Belokan.....	H-1
I Data Aliran Fluida Dan <i>Guide Vane Open</i>	G-1
J Data Vibrasi	H-1
K Lampiran Hasil Perhitungan	K-1
L Base Spektrum Dan Waveform PLTA Batang Agam Unit 2.....	L-1
M Dokumentasi.....	M-1

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi berperan sangat vital dalam kehidupan, terutama energi listrik. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan vital dalam kehidupan manusia dengan tidak adanya energi listrik aktivitas kehidupan dapat terhambat dan lumpuh. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2020, kebutuhan energi listrik mengalami peningkatan. Capaian konsumsi listrik pada tahun 2015 sebesar 910 kWh/kapita, tahun 2016 sebesar 956 kWh/kapita, tahun 2017 sebesar 1021 kWh/kapita, tahun 2018 sebesar 2064 kWh/kapita, tahun 2019 sebesar 1.084 kWh/kapita. Pada tahun 2020, diproyeksikan konsumsi listrik nasional mengalami peningkatan mencapai 1.142 kWh/kapita [1].

Dalam memenuhi kebutuhan listrik Indonesia sebagian besar masih di penuhi dengan pembangkit listrik konvensional yang bersumber dari bahan pembangkitan fosil. Berdasarkan data kementerian ESDM tahun 2020, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan bahan pembangkitan batubara dengan total kapasitas pembangkit terpasang saat ini mencapai 34,7 GW atau sekitar 49.9%. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG/GU/MG) kapasitas terpasang sebesar 19.9 GW atau sekitar 28.6% dengan bahan pembangkitan gas alam, dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sebesar 4.6 GW atau sekitar 6.7% dengan bahan pembangkitan solar [1]. Penggunaan pembangkit listrik konvensional memiliki dampak negatif untuk lingkungan salah satunya menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berdampak pemanasan global yang membahayakan lingkungan. Untuk mengatasi dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan saat ini pemerintah sedang melakukan pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagaimana diatur dalam Perpres No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional [2].

Pengembangan pembangkit berbasis EBT di Indonesia saat ini berdasarkan data kementerian ESDM tahun 2020 dengan total kapasitas terpasang sebesar 10.3 GW atau sekitar 14,8% [1]. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan kapasitas terpasang sebesar 6,095 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dengan kapasitas terpasang sebesar 2,131 MW, dan sekitar 2,200 MW gabungan dari berbagai EBT yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) dengan kapasitas terpasang sebesar 147 MW, Pembangkit Tenaga Surya (PLTS) dengan kapasitas terpasang sebesar 100 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM) dengan kapasitas terpasang sebesar 1.3 MW dan lainnya [3]. Pengembangan EBT melalui pembangunan PLTA berdampak besar dalam memastikan



ketersediaan listrik nasional, karena PLTA merupakan pembangkitan *green energy*, *sustainable*, dan *cost maintainace* sangat rendah dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya [4].

Indonesia merupakan negara dengan potensi air cukup besar, mencapai 75 ribu Megawatt (MW). Saat ini pemanfaatan energi air melalui penyediaan energi listrik nasional dengan total kapasitas terpasang baru mencapai 10% dari total potensinya [1]. Pengembangan PLTA terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan listrik Nasional. Pengembangan ini meliputi, pengembangan alat dan teknis dengan tujuan untuk menciptakan teknologi yang efisien dan efektif. PLTA Batang Agam merupakan salah satu PT. PLN Unit Pelaksana yang memiliki 3 unit terpasang dengan kapasitas 3x3.5 MW, dengan total kapasitas terpasang 10,5 MW yang ada di Indonesia. Berada pada koordinat 0°16'21.0"S 100°33'16.7"E -0.272502, 100.554649 atau terletak di Koto Tengah Batu Hampa, Akabiluru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat [5].

Sistem PLTA Batang Agam beroperasi dengan memanfaatkan energi air yang bersumber dari sungai batang Agam yang ditampung dengan kolam tando kemudian digunakan untuk membangkitkan 3 unit turbin dan generator. Pembuatan unit 1 dan 2 tahun 1975, dan unit 3 pada tahun 1980 di Tokyo Japan, memiliki perbedaan pada transformator unit 1 dan unit 2 dengan tipe TTUB 21, unit 3 dengan tipe MGA 53. Saat ini performa pembangkit PLTA Batang Agam mengalami penurunan, saat *commissioning* efisiensi pembangkitan bisa mencapai 88%. Sedangkan kondisi saat ini efisiensi unit #1 74.2%, unit #2 70.4%, dan unit #3 74%. Pemilihan pembangkitan unit 2 dikarenakan saat ini unit 2 mengalami penurunan performa paling rendah [5].

Berdasarkan sifat dasar mekanisme pembangkitan energi listrik bersumber dari tenaga air, performa pembangkitan PLTA dipengaruhi oleh 2 komponen utama. Tinggi jatuh air (*head*), dan volume air yang masuk ke *runner* turbin (debit), yang dipengaruhi oleh percepatan gravitasi [6]. Perubahan energi dari tenaga air yang terjadi akibat debit dan ketinggian tertentu (energi potensial) menjadi air bertekanan lebih (energi kinetik). Fluida air bertekanan lebih tersebut apabila bertabrakan langsung dengan benda akan menimbulkan efek salah satu efeknya yaitu vibrasi [7].

Vibrasi tersebut terjadi pada sistem turbin, generator dan pompa, yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu adanya aliran turbulen, ketidakseimbangan kapasitas aliran fluida, dan putaran *runner* yang tidak stabil [8]. Sistem turbin merupakan komponen utama yang bertabrakan langsung dengan air bertekanan lebih tersebut. Sebelum masuk ke *runner* air bertekanan tersebut bekerja pada *guide vane*. *Guide vane* adalah peralatan mekanis yang



berfungsi mengontrol kapasitas aliran fluida dengan arah dan kecepatan tertentu yang mempengaruhi putaran *runner* (*Rpm*) dan debit aliran fluida (m^3/s).

Menurut Bapak Afrizal Nurfi selaku *Supervisor* Pemeliharaan I PLTA Batang Agam menyatakan, bahwa sering terjadi vibrasi yang melebihi standar. PLTA Batang Agam menggunakan Standar ISO 10816-3, alarm hijau dengan nilai *velocity* yang berkisar 0.71 – 2.3 mm/s rms. Alarm kuning, jingga dan merah dengan nilai *velocity* 2.3 - 11 mm/s rms menandakan peralatan sudah mengalami masalah dan mengalami vibrasi berlebih [8].

Data laporan PdM (*Predictive Maintenance*) PT.PLN Unit Pelaksana Pembangunan Bukittinggi tahun 2020. Pada bulan maret terjadi vibrasi dengan nilai *velocity* 2.95 – 5.11 mm/s rms. Efisiensi pembangkit listrik dipengaruhi oleh banyak parameter dan variabel, salah satunya adalah dengan mengatur flow aliran fluida dan meminimalisir vibrasi. Vibrasi yang menyebabkan getaran yang berlebihan, suara yang berisik dan panas. Panas yang dihasilkan berpengaruh dengan efisiensi pembangkit [10]. Sehingga dengan mengatur bukaan *guide vane* (*Guide Vane Open/ GVO*) yang tepat merupakan salah satu cara yang dapat meningkatkan efisiensi dan meminimalisir vibrasi [9].

PLTA Batang Agam saat ini sudah melakukan tindakan PdM, merupakan metode perawatan dengan metode yang lebih menitik beratkan pada identifikasi akar permasalahan dan memperbaikinya untuk mengurangi kemungkinan mesin akan rusak. Melakukan CM (*Condition Monitoring*) *vibration* pada suatu peralatan sehingga dapat mengetahui keadaan mesin dalam kondisi baik atau mulai ada gejala kerusakan. Kekurangan dari tindakan PdM yang dilakukan oleh PLTA Batang Agam biaya yang tinggi dalam mempersiapkan peralatan instrumen dan tenaga ahli, serta tidak ada kepastian apakah umur peralatan bisa lebih panjang [8].

Pada penelitian ini permasalahan kelebihan vibrasi menggunakan metode *Vibration characteristics analysis*, merupakan metode menganalisis spektrum getaran berdasarkan karakteristik getaran seperti frekuensi, amplitudo, dan fasa [11]. Karakteristik vibrasi dapat diketahui dengan dilakukan pengukuran menggunakan alat *vibration pickup* CSI-2140, *combined vibration signals* di olah dengan menggunakan *tools AMS Machinery Manager version 5.6*. *Tools AMS Machinery Manager version 5.6* digunakan untuk mengolah data yang telah rekam dan menampilkan grafik *spectrum vibration* yang akan dianalisis. *AMS Machinery Manager version 5.6* mengolah data dengan (*Automatic Analysis*) menggunakan metode fungsi *FFT* (*Fast fourier transform*), dengan mengubah data domain waktu menjadi domain frekuensi [8].



Metode yang ditawarkan penulis yaitu menambahkan parameter *input* yang menyebabkan vibrasi yaitu *GVO*, peralatan mekanis vital dalam sistem turbin air berfungsi mengontrol kapasitas aliran fluida dengan arah dan kecepatan tertentu yang mempengaruhi putaran *runner* (*Rpm*) dan debit aliran fluida (m^3/s) yang mempengaruhi vibrasi dan efisiensi. Kelebihan dari metode yang ditawarkan dapat meningkatkan efisiensi dan meminimalisir vibrasi dengan memaksimalkan pengaturan *GVO* yang tepat. Efisiensi yang dipengaruhi oleh variasi *GVO* terhadap performa sistem turbin akan dianalisis dilakukan dengan cara perhitungan sistematis. Perhitungan efisiensi dihitung dengan persamaan efisiensi mekanik turbin dengan parameter *input* yang mempengaruhi yaitu *head* dan debit aliran fluida [9]. Setelah dilakukan perhitungan pengaruh *GVO* terhadap performa turbin dilakukan diskusi apakah vibrasi dinyatakan normal sesuai dengan standar ISO 10816-3.

Potensi listrik yang mampu dibangkitkan oleh PLTA Batang Agam dipengaruhi oleh jumlah debit yang ditampung dalam kolam penampungan/ tando, yang mana dipengaruhi oleh jumlah air yang tersedia di sungai Batang Agam. Siklus air dipengaruhi oleh iklim yang mana di Indonesia merupakan negara beriklim tropis memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Untuk memprediksi penggunaan *GVO* yang tepat dengan vibrasi normal dan efisiensi tinggi penulis membuat model pola operasi pada saat musim hujan dan musim kemarau, dengan menggunakan data 1 tahun terakhir tiap bulannya pada saat pengukuran vibrasi yang dilakukan dan data operasi PLTA Batang Agam. Dengan menggunakan metode perhitungan sistematis berdasarkan parameter *input head* dan memperhatikan parameter yang diatur oleh *guide vane* yaitu putaran *runner* (*Rpm*), arah aliran fluida, debit air (m^3/s), dan vibrasi, sehingga memperoleh performa PLTA. Dengan melakukan pengaturan *GVO* yang direkomendasikan diharapkan dapat menghindari vibrasi yang berlebih berdasarkan standar yang digunakan dan memiliki tingkat efisiensi tinggi. Dari deskripsi uraian diatas penulis ingin melakukan kajian penelitian tugas akhir dengan judul. “**Analisis Pengaruh Guide Vane Open (GVO) Terhadap Performa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) (Studi Kasus: PLTA Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana menganalisis vibrasi dari pengaruh *guide vane open (GVO)* di PLTA Batang Agam unit 2?
2. Bagaimana menganalisis pengaruh *guide vane open (GVO)* terhadap performa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di PLTA Batang Agam unit 2?



3. Bagaimana menghasilkan rekomendasi pengaturan *GVO* pada pembangkit Listrik

© Tenaga Air (PLTA) batang agam unit 2?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

Menganalisis vibrasi dari pengaruh *guide vane open (GVO)* di PLTA Batang Agam unit 2.

Menganalisis pengaruh *guide vane open (GVO)* terhadap performa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di PLTA Batang Agam unit 2.

3. Menghasilkan rekomendasi pengaturan *GVO* pada pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) batang agam unit 2.

Batasan Masalah

1. Pengukuran vibrasi menggunakan alat *Vibration Pickup* CSI-2140
2. *Tools* untuk mengolah data vibrasi adalah *AMS Machinery Manager version 5.6*
3. Jenis turbin yang dikaji pada penelitian adalah turbin yang digunakan di PLTA Batang agam yaitu *Francis*
4. Hanya membahas performa pembangkitan dan tidak mengkaji hingga ke beban.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi PLTA Batang Agam dapat menjadi pertimbangan untuk menghindari terjadinya vibrasi berlebih pada turbin Francis horinzontal di PLTA Batang Agam.
2. Bagi PLTA Batang Agam dapat menjadi keuntungan dalam hal menjaga efisiensi turbin, memperpanjang usia turbin, dan mengurangi *maintenance cost* jika vibrasi berlebih dapat dihindari.
3. Bagi penulis sebagai sarana untuk penerapan ilmu pengetahuan teoritis dan praktik secara langsung dalam permasalahan di dunia kerja.
4. Bagi kalangan akademisi dapat sebagai pengetahuan tambahan, khususnya dalam pengaruh *Guide Vane Opening (GVO)* terhadap performa pembangkit listrik tenaga air.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Sebelum melakukan penelitian tugas akhir ini, dilakukan studi literatur yang bertujuan untuk rujukan dan referensi dari penelitian yang berkaitan khusus dengan permasalahan yang akan dikaji pada penelitian tugas akhir, artikel dan jurnal-jurnal yang berkaitan. Rujukan ini didapat dari buku, *paper*, penelitian tugas akhir, dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.

“Pengaruh Bukaannya *Guide Vane* Terhadap Kinerja Turbin Pikohidro Tipe *Cross-Flow*”, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *GVO* terhadap kinerja turbin *Cross-flow* dengan efisiensi tinggi. Penelitian ini menggunakan metode *true experimental research* di desa Sumber Agung Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat. Hasil penelitian ini *GVO* berpengaruh terhadap kinerja turbin dengan efisiensi tertinggi sebesar 40% pada *GVO* 80% [9].

“Analisis Vibrasi Untuk Medeteksi Kerusakan Pada Turbin Uap Ubb Pabrik III Di Pt. Petrokimia Gresik”, penelitian ini bertujuan menganalisa vibrasi pada turbin dan *predictive maintenance*. Penelitian ini dilakukan dengan metode CBM (*Condition Based Maintenance*) dan menggunakan alat *ADRE-208p Data Acquisition Dan Interface Unit*. Lokasi penelitian ini dilakukan di Pt. Petrokimia Gresik. Hasil penelitian ini adalah perbandingan data sebelum dan setelah dilakukan proses *balancing*. Setelah proses *balancing* mengalami penurunan nilai amplitudo yaitu untuk bearing A dari 6,28 mm/s turun 53% menjadi 2,94 mm/s; untuk bearing B dari 7,04 mm/s turun 44% menjadi 3,91 mm/s; untuk bearing C dari 7,63 mm/s turun 52% menjadi 2,08 mm/s; untuk bearing D dari 6,79 mm/s turun 44% menjadi 3,77 mm/s [11].

“Pengaruh Bukaannya Sudu Pengarah Terhadap Tingkat Kavitas di Sisi Masuk Pipa Isap Turbin Francis Vertikal”, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *Guide Vane Open (GVO)* untuk memperoleh tingkat kavitas terbesar dan terkecil pada sisi masuk pipa isap (*Draft Tube*) pada turbin francis dengan menghitung angka Thoma aktual dan kritisnya. Penelitian ini menggunakan *tools Pipe Flow Expert* digunakan untuk menghitung *flow fluida*. Lokasi penelitian ini dilakukan di PLTA Tangga Unit 4 PT. Inalum Power Plant (Persero). Hasil penelitian ini adalah tingkat kavitas terkecil yaitu 0,81005 pada *GVO* sebesar 102 mm, dan tingkat kavitas terbesar di sisi masuk pipa isap (*Draft Tube*) yaitu 0,96867 pada *GVO* sebesar 195 mm [12].



“Pengaruh Buka-an Sudu Pengarah Terhadap Kerugian *Head* Dan Performansi Turbin

Francis Vertikal Plta Tangga Unit 4 Pt. Inalum Power Plant (Persero)”, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *Guide Vane Opening (GVO)* terhadap besarnya kerugian *head*, daya dan efisiensi maksimum pada Turbin Francis Vertikal. Penelitian ini menggunakan *tools Pipe Flow Expert* digunakan untuk menghitung *flow fluida*. Lokasi penelitian ini dilakukan di PLTA Tangga Unit 4 PT. Inalum Power Plant (Persero). Hasil penelitian ini adalah pada *GVO* terkecil yaitu 102 mm dengan kerugian *head* yaitu 1,955684 m dan nilai efisiensi 85,9%, terus meningkat hingga pada *GVO* maksimum 195 mm dengan kerugian *head* mencapai 10,251029 m, namun pada *GVO* ini nilai efisiensi mulai menurun [13].

“Deteksi Kerusakan Impeler Pompa Sentrifugal Dengan Analisa Sinyal Getaran”, tujuan penelitian ini adalah untuk mencegah kerusakan impeler dengan mendeteksi kerusakan impeler pompa. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dengan metode *Fast fourier transform* untuk analisis getaran dengan *tools Matlab*. Penelitian ini dilakukan di Universitas Sebelas Maret. Hasil penelitian ini nilai amplitudo impeler kondisi baik yaitu 15,02 mV, sedangkan nilai amplitudo frekuensi pompa lebih tinggi sebesar 0,5881 mV dan muncul $2 \times f$, sudu sebesar 4,48 mV. Sedangkan impeler yang mengalami kerusakan, memiliki nilai amplitudo frekuensi sudu yang lebih rendah dibandingkan pada nilai amplitudo yang terdapat pada impeler kondisi baik yaitu 8,216 mV dan muncul $2 \times f$, sudu sebesar 4,87 mV, pada nilai amplitudo bagian ujung sudu-sudunya sebesar 9,62 mV dan muncul $2 \times f$, pompa sebesar 3,29 mV [14].

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang menjual sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumber.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU



Tabel 2. 1 Keterbaruan Penelitian

Penelitian	Kajian	Analisa teknis	Tools
[9]	GVO+ Efisiensi	<i>True experimental research</i>	-
[11]	Turbin + Analisis vibrasi	<i>CBM (Condition Based Maintenance)</i>	ADRE-208p Data Aquisition & Interface Unit
[12]	GVO+ Kavitasi	Thoma aktual + kritisnya	<i>Pipe Flow Expert</i>
[13]	GVO+ Head losses + performa turbin	<i>Setting GVO</i>	<i>Pipe Flow Expert</i>
[14]	Pompa + Analisa Sinyal Getaran	Metode analisa getaran	MATLAB
Penelitian ini	GVO+ Vibrasi + Efisiensi+ Performa turbin	<i>Vibration Characteristics Analysis</i>	<i>AMS Machinery Manager version 5.6</i>

Berdasarkan penelitian terdahulu terdapat percobaan eksperimen yang dilakukan pada penelitian [9] , dan percobaan eksperimen beserta simulasi yang dilakukan pada penelitian [11], [12], [13], [14]. Penelitian yang paling mendekati adalah penelitian [9] dengan kajian pengaruh GVO terhadap efisiensi turbin dan penelitian [11] dengan kajian menganalisis vibrasi pada turbin. Maka keterbaruan penelitian ini adalah penggabungan dari penelitian-penelitian di atas dengan kajian penelitian yang akan menganalisis vibrasi dan efisiensi dari pengaruh variasi GVO terhadap performa turbin menggunakan metode *Vibration Characteristics Analysis* dengan perhitungan sistematis dan tools *AMS Machinery Manager version 5.6*. Pengaruh variasi GVO terhadap vibrasi akan dibandingkan dengan standar yangizinkan ISO 10816-3 dan efisiensi yang dihasilkan, dilakukan analisis performa sistem pembangkitan PLTA Batang Agam berdasarkan parameter potensi daya listrik dan efisiensi. Untuk memprediksi penggunaan GVO yang tepat dengan vibrasi normal dan efisiensi tinggi penulis membuat model pola operasi pada saat musim hujan dan musim kemarau, dengan menggunakan dengan menggunakan data 1 tahun terakhir tiap bulannya pada saat pengukuran vibrasi yang dilakukan dan data operasi PLTA Batang Agam Dengan menggunakan metode perhitungan sistematis berdasarkan parameter *input head* dan memperhatikan parameter yang diatur oleh *guide vane* yaitu putaran *runner (Rpm)*, arah aliran fluida, debit air (m^3/s), dan vibrasi, sehingga memperoleh performa PLTA. Dengan



melakukan pengaturan *GVO* yang direkomendasikan diharapkan dapat menghindari vibrasi yang lebih berdasarkan standar yang digunakan dan memiliki tingkat efisiensi tinggi.

2.2 Teori Dasar Energi Air

Energi air adalah energi yang berasal dari gaya air yang bergerak atau *hydropower* (tenaga air). Air mengalami sebuah siklus alami yang berkelanjutan salah satu prosesnya yaitu jatuh dan pergerakannya air dari satu titik ke titik lainnya. *Hydropower* memiliki energi kinetik yang dapat digunakan untuk memutar roda turbin. Ada dua jenis pemanfaatan *hydropower* yaitu *hydropower head* dan *hydropower flow*, *hydropower head* adalah memanfaatkan ketinggian air turun yaitu selisih jarak antara titik elevasi tertinggi air dengan elevasi turbin. *Hydropower flow* adalah memanfaatkan jumlah debit air yang melewati turbin. Air ditampung di sebuah danau atau reservoir yang elevasinya lebih tinggi dari turbin, dialirkan melalui pipa/terowongan mengarah ke *power house* yang dibangun di daerah rendah dari perbedaan ketinggian terjadi energi potensial, dan di dalam *power house* telah dipasang turbin yang akan mengubah energi potensial dari perbedaan ketinggian menjadi energi mekanik dan akhirnya diubah menjadi energi listrik [15].

Adapun persamaan yang digunakan dalam energi air yaitu persamaan mekanika fluida untuk mengetahui kecepatan fluida, *head*, dan kerugian *head* (*head losses*), diantaranya yaitu:

2.2.1 Energi Potensial

Energi potensial adalah energi yang ditimbulkan karena adanya perbedaan posisi (ketinggian) antara benda dengan suatu titik acuan. *Head* merupakan beda ketinggian antara elevasi reservoir dengan turbin air. Total energi yang terdapat pada reservoir adalah energi potensial air, ditulis dengan persamaan sebagai berikut [4] :

$$E = m \cdot g \cdot h \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

E = Energi potensial

m = massa air (kg)

g = gravitasi bumi (m/s^2)

h = ketinggian (m)

2.2.2 Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dalam sebuah benda karena gerakannya. Kecepatan aliran fluida merupakan kecepatan air yang memanfaatkan air jatuh dan aliran air datar.



Energi dari aliran air tersebut merupakan energi kinetik, yang dapat dituliskan dengan persamaan berikut [4] :

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

E_k = Energi kinetik

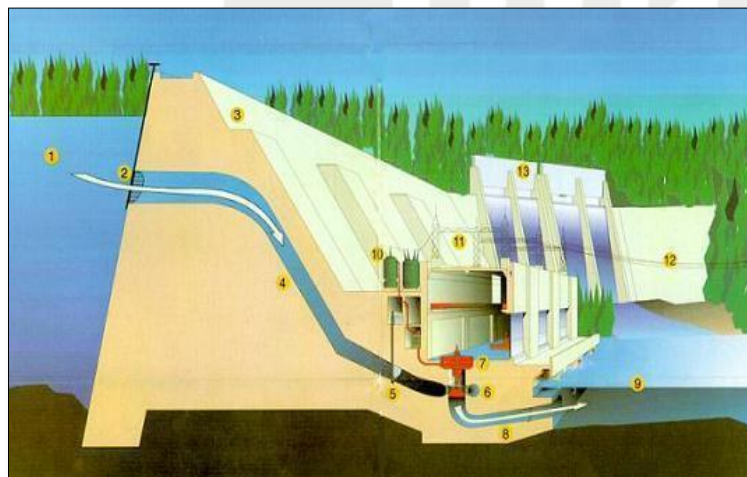
m = Massa air (kg)

v = Kecepatan air (m/s)

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

PLTA merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi kinetik yang berasal dari air di konversi menjadi sumber energi listrik. PLTA adalah termasuk sumber energi listrik utama untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional. PLTA secara singkat adalah sebuah mesin konversi energi yang terdiri dari dam (bendungan), *reservoir*, *penstock* (pipa pesat), turbin, *draft tube*, *power house*, *transformator*, dan kemudian di distribusikan [16].

Dalam suatu sistem PLTA terdapat peralatan utama yaitu turbin dan generator. Keduanya sangat memiliki peran penting, dengan memanfaatkan kecepatan aliran fluida air dari yang di kumpulkan dengan menggunakan dam (bendungan) dialirkan pada suatu rangkaian dialirkan melalui pipa/terowongan untuk mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik. Energi kinetik diubah menjadi energi mekanis untuk memutar *runner* turbin hal tersebut menyebabkan generator yang seporos dengan turbin dapat berputar, maka dengan proses yang terjadi tersebut induksi elektromagnetik yang menghasilkan energi listrik [16].

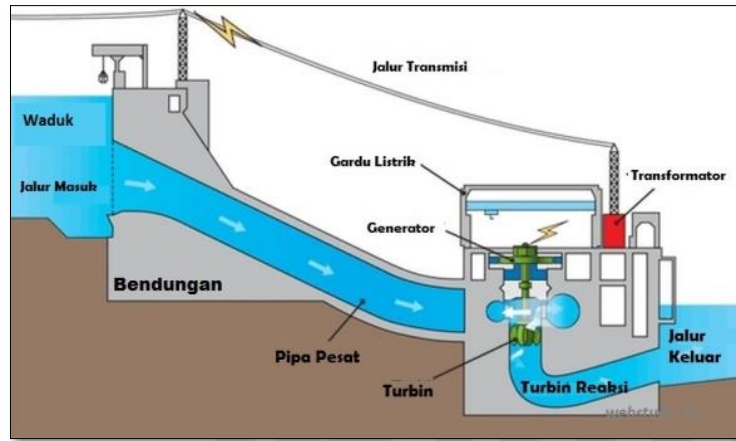


Gambar 2. 1 Ilustrasi PLTA [16].

2.4

Prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

PLTA memiliki prinsip dasar yaitu mengkonversi energi yang ada pada air mengalir yang ada di sungai atau di laut menjadi energi mekanik. Energi mekanik inilah yang mampu dikonversi menjadi energi listrik. Peralatan utama PLTA adalah turbin dan generator [17].



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja PLTA [17].

PLTA mengkonversi energi yang terdapat pada air menjadi energi listrik, yaitu memanfaatkan energi potensial air pada bendungan/reservoir kemudian dikonversi menjadi energi kinetik karena adanya perbedaan elevasi. Energi kinetik pada pipa/terowongan di konversi menjadi energi mekanis memanfaatkan kemiringan pada pipa/terowongan, kemudian kecepatan aliran air yang menggerakkan turbin. Energi mekanis pada turbin di konversi menjadi energi listrik melalui perputaran rotor pada generator yang seporos dengan turbin. Jumlah energi listrik yang mampu dibangkitkan dipengaruhi oleh elevasi ketinggian air (*head*) dan jumlah fluida/air yang mengalir (*debit*) [17].

2.5

Komponen Utama PLTA Batang Agam

Sistem PLTA Batang Agam beroperasi dengan memanfaatkan energi air yang bersumber dari sungai batang Agam. Air sungai dialiri dari *intake weir* menuju kolam pasir untuk mengendapkan pasir dan sampah yang terbawa. Air mengalir ke kolam tando digunakan untuk memenuhi pasokan air saat unit beroperasi full pada beban puncak dari jam 18.00 s/d 21.00 WIB. Kemudian di aliri melalui terowongan yang terbuat dari steel liner yang dilengkapi dengan *Surge Tank* dan *Safety Butterfly Valve*. Air tersebut diterjunkan melalui pipa pesat (*Penstock*) dengan kemiringan 70° dan memiliki panjang 240 m. Air yang mengalir pada penstock dilengkapi dengan katup utama (*Inlet Valve*). Air masuk ke power house untuk membangkitkan 3 unit turbin dan generator. PLTA Batang Agam membangkitkan tenaga listrik sebesar 10,5 MW yang disalurkan dalam 4 *feeder* yaitu, *Feeder*

I Bukittinggi sampai GH Tanjung Alam, *Feeder* II Situjuh sampai GI Payakumbuh, *Feeder* III Line Payakumbuh I (*Ekspress feeder*) GI Payakumbuh, *Feeder* IV Line Payakumbuh II sampai GH Batas Kota [5]. Adapun komponen utama plta batang agam yaitu:

2.5.1 *Intake ware*

intake weir merupakan tempat pemasukkan air dari sungai Batang Agam yang nanti akan memutar turbin. Pintu air Batang Agam mempunyai lebar 14 m, elevasi dasar 677 m, panjang *screen* 1 m, tinggi *screen* 1 m, lebar *screen* 70 mm, dan tebal *screen* 12 mm. Dibawah ini adalah gambar pintu air (*intake weir*) pada PLTA Batang Agam [5].



Gambar 2. 3 *Intake Weir* [5].

2.5.2 *Tunnel 1*

Air yang masuk dari *intake weir* kemudian di saluran melalui *Tunnel 1* menuju ke *sandtrap*. *Tunnel 1* ini mempunyai panjang 175.5 m, luas penampang 5.40 m², dan kapasitas debit sebesar 17.4 m³/s. Dibawah ini adalah gambar *Tunnel 1* PLTA Batang Agam [5].



Gambar 2. 4 *Tunnel 1* [5].

2.5.3 Sandtrap

Sandtrap merupakan kolam yang berfungsi untuk menyaring atau mengendapkan pasir yang terbawa oleh sungai Batang Agam agar air yang masuk ke turbin bersih sehingga tidak sudu-sudu turbin. PLTA Batang Agam mempunyai 2 buah *Sandtrap* dengan total luas 7000 m² dan volume 20000 m³. Dibawah ini adalah gambar *Sandtrap* PLTA Batang Agam [5].



Gambar 2. 5 *sandtrap* [5].

2.5.4 Tunnel 2

Tunnel 2 merupakan saluran yang menghubungkan air dari *sandtrap* dengan *daily pondage*. *Tunnel 2* mempunyai panjang 131 m, dan luas penampang nya 4.85 m², dan kapasitas debit sebesar 15.3 m³/s. Dibawah ini adalah gambar *tunnel 2* PLTA Batang Agam [5].



Gambar 2. 6 *Tunnel II* [5].

2.5.5 Daily Pondage

Daily pondage merupakan kolam penampungan yang berfungsi untuk menampung air dari kolam penampung pasir yang nanti akan dialirkan ke *tunnel II*. *Daily pondage*



mempunyai tinggi 690.68 mdpl, dengan elevasi maksimum 682.50 mdpl, elevasi minimum 678.90 mdpl dan total maksimum volume air yang bisa ditampung oleh *daily pondage* adalah 116000 m³. Dalam *daily pondage* terdapat 3 bangunan :

- a. *Inlet*, berfungsi sebagai tempat pemasukkan air dari terowongan II.
 - b. *Spil Way*, berfungsi sebagai pelimpahan jika air kolam tando telah maksimum, dan sebagai penguras air jika kolam akan di kuras atau di bersihkan.
 - Outlet*, berfungsi mengalirkan air menuju pembangkit (PLTA Batang Agam, 2019).
- Dibawah ini adalah gambar kolam tando PLTA Batang Agam [5].



Gambar 2. 7 *Daily Pondage* [5].

2.5.6 Tunnel 3

Tunnel 3 adalah terowongan yang di desain menembus bukit dengan panjang 1.150 meter dan diameter 2,20 meter. *Tunnel 3* ini berfungsi untuk mengalirkan air dari *outlet* kolam tando menuju *surge tank*. [5].

2.5.7 Surge Tank

Surge tank adalah tangki yang berfungsi untuk meredam pukulan air pada pipa penstock apabila terjadi perubahan debit air secara mendadak yang dapat menimbulkan tekanan balik. Selain itu *surge tank* juga berfungsi untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang diakibatkan tekanan sebelum masuk ke dalam *penstock*. PLTA Batang Agam mempunyai *surge tank* dengan tinggi 26 m, berdiameter 7,6 m dan elevasi dasar 669,60 mdpl. Dibawah ini adalah gambar *surge tank* PLTA Batang Agam [5].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 8 Surge Tank [5].

2.5.8 Valve Chamber

Valve chamber dipasang diujung pipa pesat dengan sisi masuk turbin. Fungsi *valve chamber* antara lain :

- Untuk menutup aliran air yang masuk ke dalam turbin di saat turbin sedang beroperasi maupun tidak beroperasi.
- Sebagai katup pengaman apabila terjadi pipa pesat pecah, banjir di power house dan lain-lain.
- Untuk pemeliharaan di *penstock* dan *inlet valve* Dibawah ini adalah gambar katup utama (*valve chamber*) PLTA Batang Agam [5].



Gambar 2. 9 Valve Chamber [5].

2.5.9 Penstock

Penstock merupakan saluran yang berfungsi untuk mengalirkan air dari *surge tank* ke turbin. *Penstock* diatur kemiringan sedemikian rupa, agar tekanan air dapat menghasilkan energi mekanik yang sesuai dengan kekuatan turbin. *Penstock* mempunyai panjang 235,8 m dengan elevasi awal 670,30 mdpl dan elevasi akhir 581,30 mdpl, kemiringan 70° dan

kapasitas debit air sebesar $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Dibawah ini adalah gambar *penstock* PLTA Batang

Agam [5].



Gambar 2. 10 *Penstock* [5].

2.5.10 *Power house*

Power house merupakan bangunan yang berfungsi untuk membangkit energi listrik dari energi mekanik air, sehingga air yang mengalir dari pipa pesat akan masuk kedalam *power house* dan akan memutar turbin. *Power house* terdapat 3 unit turbin hidrolik jenis *francis* dan 3 unit generator dengan kapasitas masing-masing 3,5 MW. Dibawah ini adalah gambar *power house* PLTA Batang Agam [5].



Gambar 2. 11 *Power House* [5].

2.5.11 *Tail race*

Tail race adalah pintu pembuangan air yang merupakan bagian akhir dari sistem aliran air suatu PLTA. Sebelum melewati *tail race*, air melewati berbagai proses yang mana dari *intake* di alirkan ke reservoir/kolam tando kemudian memasuki sebuah terowongan menuju *penstock* dengan tekanan tinggi, agar dapat memutar runner turbin dan mampu membangkitkan energi listrik, setelah itu air keluar dengan tekanan rendah dibuang melalui



draft band dan seterusnya dialirkan *tail race*. Proses akhir PLTA Batang Agam berada pada saluran pembuangan air di sungai Batang Agam. Adapun elevensi air pada *Tail race* adalah 581,30 m. Dibawah ini adalah gambar *Tail race* PLTA Batang Agam.



Gambar 2. 12 Tail Race

2.6 Turbin Air

Turbin air pertama kali dikembangkan pertengahan tahun 1700 oleh Ján Andrej Segner mengembangkan turbin air reaksi. Turbin air adalah turbin yang menggunakan fluida kerja air. Air mengalir dari daerah dataran tinggi ke daerah dataran rendah. Hal tersebut menandakan bahwa air memiliki energi potensial. Air dialirkan melalui pipa/terowongan dalam proses tersebut energi potensial berangsur-angsur terkonversi menjadi energi kinetik. Energi kinetik air kemudian dikonversi menjadi energi mekanis yang digunakan untuk memutar *runner* turbin [18].

Prinsip kerja turbin air secara umum adalah kecepatan arus air di dalam *penstock* mengandung energi kinetik yang diarahkan ke *runner* turbin melalui *guide vane*, energi kinetik dalam air pada *runner* turbin di konversi menjadi energi mekanik untuk memutar *runner* turbin. Putaran *runner* turbin satu poros dengan generator yang mana dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik. Turbin memiliki konstruksi utama yaitu rotor dan stator, rotor merupakan bagian turbin yang berputar (*rotating*) seperti roda turbin (*runner*), poros, kopling, roda gaya. Sedangkan stator adalah bagian turbin yang diam (*statis*) seperti saluran masuk (pipa pesat), rumah siput (*spiral case*), sudu tetap (*stay vane*), sudu pengarah (*guide vane*), pipa isap, saluran buang, dan lain-lain [19].

Turbin air di klasifikasikan menjadi dua berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

2.6.1 Turbin Impuls

Turbin impuls juga dikenal sebagai turbin air bertekanan sama, tekanan air yang keluar dari *runner* turbin memiliki tekanan yang sama dengan tekanan atmosfer lingkungan sekitarnya. Energi lingkungan dan energi tekanan yang terdapat dalam aliran air di konversi menjadi energi kecepatan. Energi potensial air dikonversi menjadi energi kinetik pada *runner* turbin, dan air yang keluar pada *guide vane* mempunyai kecepatan tinggi membentur *runner* turbin. Setelah air membentur *runner* turbin arah kecepatan aliran air berubah menjadi momentum (impuls) yang mengakibatkan *runner* turbin berputar. Contoh dari turbin impuls ini adalah turbin *pelton*, turbin *crossflow* dan lain-lain [19].

A. Turbin Pelton

Turbin *pelton* merupakan turbin yang terdiri dari satu set sudu yang digerakkan oleh pancaran air yang disemprotkan. Turbin *pelton* termasuk salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin *pelton* cocok digunakan dengan total *head* yang sangat tinggi (1000ft) [19].



Gambar 2. 13Turbin Pelton [19]

Turbin *pelton* memiliki dua bagian sudu turbin yang simetris berfungsi untuk membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping. Tidak seluruh bagian sudu menerima pancaran air, hanya sebagian menerima pancaran air secara bergantian tergantung posisi sudu tersebut. Jumlah nosel pada setiap roda turbin bisa dilengkapi dengan satu sampai enam nosel tergantung pada besarnya kapasitas air.

B. Turbin Turgo

Turbin *turgo* merupakan turbin air yang dapat beroperasi pada *head* 30 s/d 300m. Turbin *turgo* adalah turbin impuls mirip dengan turbin *pelton* hanya saja sudunya berbeda. Nosel memancarkan air ke sudu dengan membentuk sudut 200 derajat. Rpm turbin *turgo* lebih

tinggi dari turbin *pelton*, mungkin transimisi langsung dari turbin ke generator mampu meningkatkan efisiensi total dan menurunkan *cost maintenance* [19].



Gambar 2. 14 Turbin *Turgo* [19].

C. Turbin *Crossflow*

Turbin *crossflow* merupakan turbin air yang menggunakan nosel persegi panjang yang lebarnya sama dengan ukuran *runner* turbin. Air yang masuk ke dalam turbin memutar *runner* terjadi momentum impuls sehingga konversi energi terjadi. Sudu-sudu pada *runner* turbin *crossflow* terdiri dari beberapa sudu yang dipasang secara paralel dan miring. Turbin *crossflow* ini dapat dioperasikan dalam debit 20 liter/detik hingga 10 m³/detik dan tekanan antara 1 s/d 200m [19].



Gambar 2. 15 Turbin *Crossflow* [19].

2.6.2 Turbin Reaksi

Turbin reaksi juga dikenal sebagai turbin air bertekanan lebih, tekanan air masuk pada *runner* turbin lebih besar dibandingkan dengan tekanan air keluar pada *runner* turbin. Dalam aliran air yang masuk ke *runner* turbin air memiliki energi penuh, kemudian energi energi tersebut digunakan untuk menggerakkan *runner* turbin dan sebagian energi digunakan untuk

mengeluarkan air ke *tailrace*. Ada beberapa jenis turbin reaksi di antaranya yaitu, turbin *francis*, turbin *propeler* atau *kaplan* [19].

A. Turbin Francis

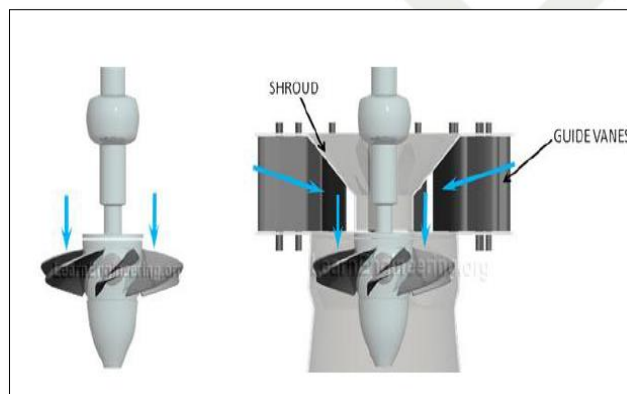
Turbin *francis* adalah turbin reaksi yang memanfaatkan air bertekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian luar. Turbin *francis* baik dioperasikan pada ketinggian air dari 40 m hingga 600 m (130 hingga 2.000 kaki). Turbin *francis* menggunakan *guide vane* untuk mengontrol kecepatan putaran turbin (*Rpm*) dan debit (*flow*) air yang masuk. *Guide vane* mengarahkan air masuk secara tangensial yang dapat diatur sudutnya untuk penggunaan pada berbagai kondisi aliran air [19].



Gambar 2. 16 Turbin Francis [19].

B. Turbin Kaplan & Propeler

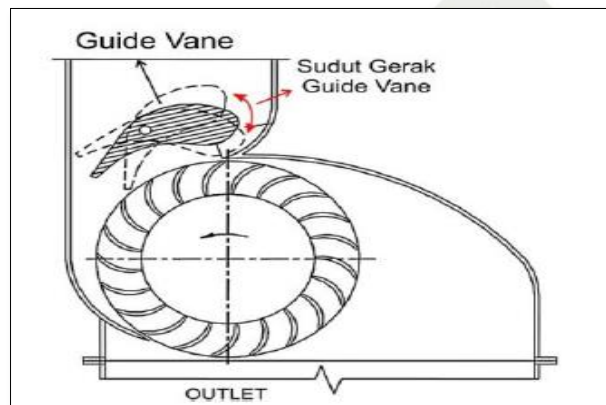
Turbin *Kaplan* dan *Propeler* merupakan turbin reaksi yang memanfaatkan aliran air dengan arah aksial. Turbin air jenis ini tersusun dari *propeler* seperti pada turbin penggerak perahu. Turbin *Kaplan* dan *Propeler* ini terdiri dari tiga hingga enam sudu [19].



Gambar 2. 17 Runner Turbin Kaplan & Propeler [19].

Guide Vane (Pengarah Aliran Air)

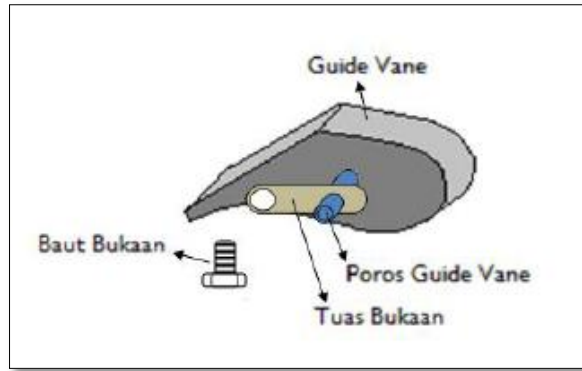
Guide vane adalah peralat mekanis berfungsi sebagai pengarah aliran air yang akan masuk ke turbin, selain itu *guide vane* juga digunakan sebagai pengatur kecepatan *runner* turbin (*rpm*). *Guide vane* merupakan peralatan yang pertama kali berkontak langsung terhadap air yang bertekanan tinggi, pertimbangan pemilihan bahan dan desain yang tepat harus diperhatikan dalam pembuatannya. Agar *guide vane* yang akan dipasang handal dan dapat meningkatkan efisiensi. Bahan yang pemilihan juga harus tepat agar *guide vane* kuat, tahan terhadap tekanan dan korosi yang disebabkan oleh air [20].



Gambar 2. 18 Sudu Pengarah (*Guide vane*) [20].

Sistem kerja *guide vane* adalah mengarahkan aliran fluida yang akan masuk kedalam turbin agar *runner* turbin mendapatkan sudut serang air yang maksimal. Sehingga tepat pada fungsinya yaitu komponen *guide vane* tersebut dapat meningkatkan nilai efisiensi turbin dengan memperbaiki sistem aliran fluida [20].

Guide vane memiliki peranan sangat vital untuk mengarahkan aliran fluida. Pada turbin air terletak pada ujung media pengarah aliran air dibagian tepat dimana air akan masuk ke *runner* turbin. Sebelum air akan menuju *runner* terlebih dahulu air akan dikendalikan arah alirannya oleh *guide vane* dengan mengatur sudut gerak, terlihat pada Gambar 2.13. *Guide vane* mengatur debit (*flow*) dan arah aliran air, yang mana dapat mempengaruhi laju putaran turbin (*rpm*) dan dapat mengendalikan hasil keluaran generator yang mampu dibangkitkan oleh turbin [20].



Gambar 2. 19 Komponen Guide vane [20].

2.8 Sistem Governor

Governor merupakan peralatan mekanis yang berfungsi sebagai mengontrol putaran mesin dengan mengatur jumlah masuknya aliran fluida ke *runner* turbin. Prinsip kerja sistem *governor* tergolong sederhana, tergantung kecepatan putaran (*rpm*) sebuah mesin. *Governor* adalah sebuah sistem yang terhubung oleh sebuah poros yang berputar, kemudian dipasang dengan dua buah bandul yang terhubung dengan poros, bandul tersebut akan berputar bersamaan dengan putaran poros. Dalam proses tersebut terjadi gaya sentrifugal yang di timbulkan dari putaran pada poros yang menyebabkan bandul terlempar. Dua bandul tersebut terhubung dengan *collar* yang terdapat pada poros mesin, *collar* akan naik dan turun sesuai dengan gaya berat yang keluar dari bandul. Jika bandul bergerak turun maka *collar* akan bergerak turun dan sebaliknya jika bandul bergerak naik *collar* akan bergerak naik. Pergerakan *collar* tersebut dimanfaatkan sebagai kontrol mengoperasikan atau kontrol aliran fluida [20].

2.9 Kerugian Head (Head Losses)

Kerugian *head* (*head losses*) merupakan jenis aliran laminar atau turbulen yang aliran fluida dalam suatu saluran tertutup yang mengalami *losses*. *Head losses* ini dapat terjadi dipengaruhi beberapa faktor yaitu kerugian gesek di dalam pipa-pipa, *reducer*, katup dan lain-lain. Faktor-faktor yang diperhitungkan yaitu kecepatan, arah partikel, dan pengaruh kekentalan (*viscosity*) yang menimbulkan gaya geser antara partikel-partikel zat cair dengan dinding pipa. Pergerak zat cair tidak mudah diformulasikan secara matematik, sehingga diperlukan asumsi dan eksperimen untuk mendukung penyelesaian secara teoritis [21].

Persamaan gerak jika diturunkan dapat menghasilkan persamaan energi yang menggambarkan gerak partikel. Persamaan energi tersebut adalah persamaan dasar yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang terdapat dalam bidang



hidraulika yaitu, persamaan *Euler* dan persamaan *Bernoulli*. Fluida nyata (*riil*) merupakan aliran yang akan mengalami gesekan dengan dinding pipa, sehingga akan mengalami kehilangan energi [21].

Kerugian *head* dikategorikan yaitu:

Head losses akibat *trashrack*

Persamaan umum yang digunakan untuk mencari kerugian *head* akibat *trashrack* dalam pipa yaitu [22]:

$$h_s = k_t \left(\frac{t_k}{b_k} \right)^3 \sin a \frac{\dot{V}^2}{2g} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

h_s = *head losses* akibat *trashrack* (m)

k_t = koefisien bentuk kisi (sisi persegi/tegak 0,5 dan kisi bulat 0,05)

b_k = tebal kisi (m)

t_k = jarak kisi (m)

\dot{V} = kecepatan aliran (m/s)

g = gaya gravitasi (m/s²)

$\sin a$ = sudut pemasangan *trashrack* (°)

Head losses akibat pemasukan

Persamaan umum yang digunakan untuk mencari kerugian *head* akibat pemasukan dalam pipa yaitu [22]:

$$h_p = k \frac{\dot{V}^2}{2g} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

h_p = *head losses* akibat pemasukan

k = koefisien (0.95)

\dot{V} = kecepatan aliran (m/s)

g = gaya gravitasi (m/s²)

C. *Head losses* akibat belokan

Kerugian *head minor* adalah *head losses* yang terjadi dibagian diawal pipa, belokan pipa, perubahan penampang, dan lainnya (*fitting*) [23]. Kerugian dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$h_b = k \frac{\dot{V}^2}{2g} \dots\dots\dots (2.5)$$



Dimana:

- h_b = Kerugian *head* akibat belokan (m)
 \dot{V} = Kecepatan air dalam pipa(m/s)
 k = koefisien kerugian akibat belokan (0.14 dengan belokan 70°)

D. *Head losses* total

Head losses total (h_L) adalah hasil dari total jumlah *head losses* akibat *trashrack*, akibat pemasukan, akibat belokan [24]. Ditulis dengan pada persamaan berikut :

$$h_L = h_s + h_p + h_b \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

- h_L = Total kerugian *head* (m)
 h_s = *head losses* akibat *trashrack* (m)
 h_p = *head losses* akibat pemasukan (m)
 h_b = Kerugian *head* akibat belokan (m)

2.10 Persamaan Menghitung Efisiensi Turbin

Untuk menghitung efisiensi turbin terlebih dahulu daya air harus diketahui, untuk menghitung daya air dapat menggunakan persamaan-persamaan berikut. Menghitung kecepatan aliran air dapat persamaan berikut [25].

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

- v = Kecepatan aliran air (m/s)
 Q = Debit air yang digunakan (m^3/s)
 A = Luas penampang Penstocks (m^2)

Menghitung luas penampang penstok dapat persamaan berikut [25]:

$$A = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

- D = diameter (m)



Tinggi jatuh air pada PLTA Batang Agam adalah jarak tinggi antara air yang di kolam tando dengan turbin pada (*power house*). Maka dapat dihitung berapa *head* PLTA Batang Agam yaitu selisih antara elevasi kolam tando dengan elevasi turbin [5].

$$H_{max} = \text{Elevasi Kolam Tando (Mdpl)} - \text{Elevasi Turbin (Mdpl)} \dots\dots\dots(2.9)$$

Head efektif adalah hasil dari perhitungan tinggi jatuh air aktual dikurangi kerugian energi (*head losses*) yang terlepas disepanjang saluran pipa. Untuk menghitung *head efektif* dapat menggunakan persamaan berikut [23]:

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

- H_{eff} = Tinggi jatuh air efektif (m)
- H_{max} = Tinggi jatuh air maksimum (m)
- $\sum H_L$ = *Head losses* (m)

Dari persamaan-persamaan diatas dapat dihitung besar daya air yang dapat dibangkitkan, dengan menggunakan persamaan berikut [26].

$$P_{air} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{eff} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

- P_{air} = Daya air (W)
- ρ = Massa jenis air (kg/m^3)
- g = Gaya grafitasi (m/s^2)
- H_{eff} = *Head* efektif atau ketinggian (m)
- Q = Debit air (m^3/s)

Kemudian untuk menghitung efisiensi Mekanik Turbin (η_t) [27].

$$\eta_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \dots\dots\dots(2.12)$$

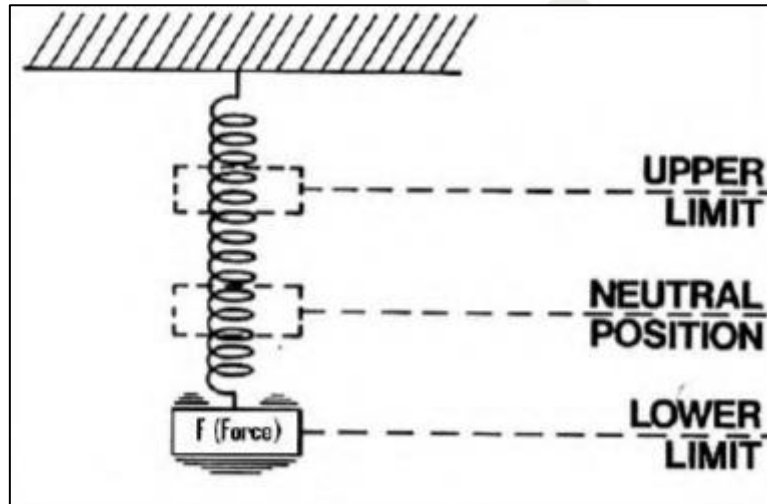
Dimana:

- η_t = Efisiensi mekanik turbin
- P_{in} = Daya air (W)
- P_{out} = Daya turbin (W)

2.11 Vibrasi

Vibrasi/getaran merupakan suatu partikel yang bergerak dari satu titik ke titik lainnya secara bolak-balik terhadap posisi kesetimbangannya. Untuk sebagian besar mesin tidak ingin

vibrasi terjadi, karena dapat menimbulkan peningkatan tegangan, mengurangi tingkat efisiensi mesin, dan menimbulkan kebisingan apabila vibrasi terjadi secara berlebihan melewati standar yang ditentukan. Vibrasi terjadi dapat ditandai dengan ciri-ciri yaitu perubahan secara periodik dari beberapa besaran yaitu suhu, simpangan, sudut, tekanan, tegangan listrik, kecepatan, dan lainnya. Vibrasi dapat digambarkan seperti sebuah pegas yang mana bagian pangkal atasnya dilekatkan pada benda diam, dan bagian pangkal bawahnya diberikan beban, dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut [28].



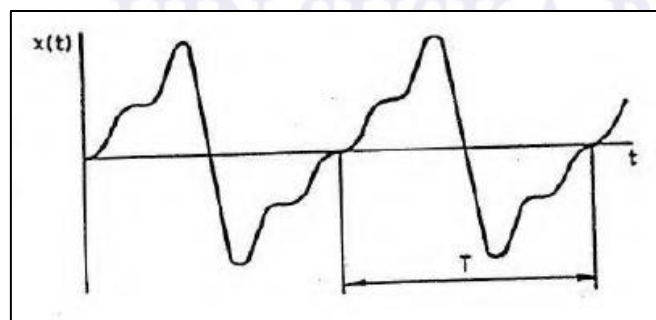
Gambar 2. 20 Sistem getaran pada sebuah pegas [28]

Gerak getaran dapat digambarkan dengan suatu persamaan fungsi periodik, ditulis dengan persamaan berikut :

$$X(t) = X(t + T) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

$$F \propto \frac{1}{T}$$



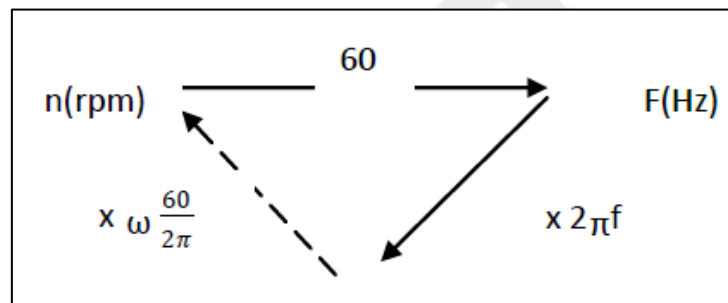
Gambar 2. 21 Fungsi Priodik [29].

Frekuensi sudut yang (ω) dengan satuan adalah rad/s, hubungan antara f dan ω dapat dituliskan dengan persamaan berikut [29] :

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{t} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

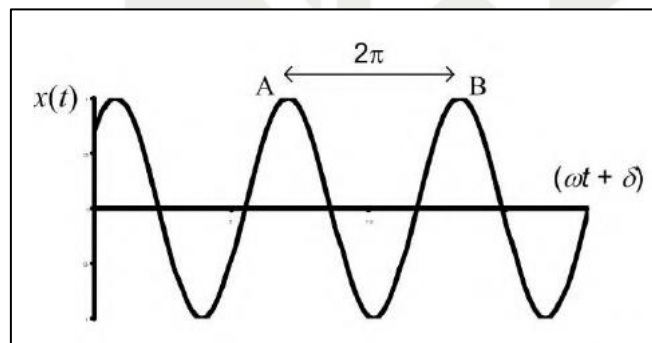
- f = frekuensi linier (Hz)
- ω = frekuensi sudut (rad/s)
- n = kecepatan (frekuensi) putar (rpm)



Gambar 2. 22 hubungan fungsi linier, frekuensi sudut, kecepatan putar [29]

Getaran juga dapat digambarkan dengan fungsi harmonic, fungsi harmonic sederhana dituliskan [29] :

$$X = X \sin \omega t \dots\dots\dots (2.15)$$



Gambar 2. 23 fungsi harmonic sederhana [29]

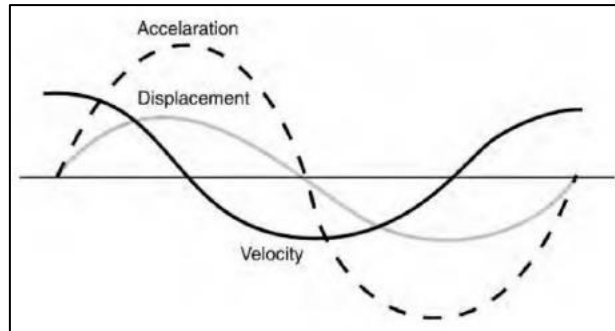
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.31 hubungan antara simpangan, kecepatan dan percepatan dalam gerak harmonik sederhana [28]

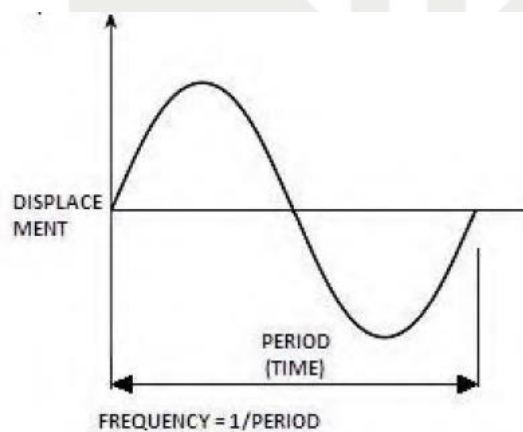
2.12 Pengukuran Vibrasi

Pengukuran vibrasi dilakukan untuk mendapatkan data sinyal getaran secara berkala untuk mengetahui dan memonitor kondisi peralatan mekanis pembangkit listrik. Pengukuran mengambil data berupa spektrum getaran. Data tersebut merupakan sumber informasi untuk mengetahui besar amplitude getaran dan akan di analisis struktur dinamik getarannya. Dengan demikian kelainan dan kerusakan dapat teridentifikasi dengan cepat, serta dapat meningkatkan keandalan mesin. Pengukuran getaran dilakukan menggunakan osiloscope transducer [8].

2.13 Parameter vibrasi

2.13.1 Frekuensi

Jumlah gelombang yang terjadi dalam satuan waktu $1/s = Hz$. Satuan yang biasa digunakan yaitu *Revolotion Per Minutes (Rpm)* 60 kali frekuensi dalam *hertz*. Dapat digambarkan dengan [28]:



Gambar 2. 24 Frekuensi getaran [28]

2.13.2 Amplitudo

Besaran simpangan maksimum getaran, amplitudo juga dapat di gambarkan dengan *displacement*, *velocity*, dan *acceleration*. Masing masing dapat diartikan sebagai :

A. Displacement

Merupakan perubahan actual dari suatu jarak atau posisi dari suatu objek yang relative terhadap titik referensi yang dinyatakan dalam satuan (*mils*, *inc*, *mm*). Dengan menggunakan metode pengukuran amplitudo yaitu *peak to peak* [11].

B. Velocity

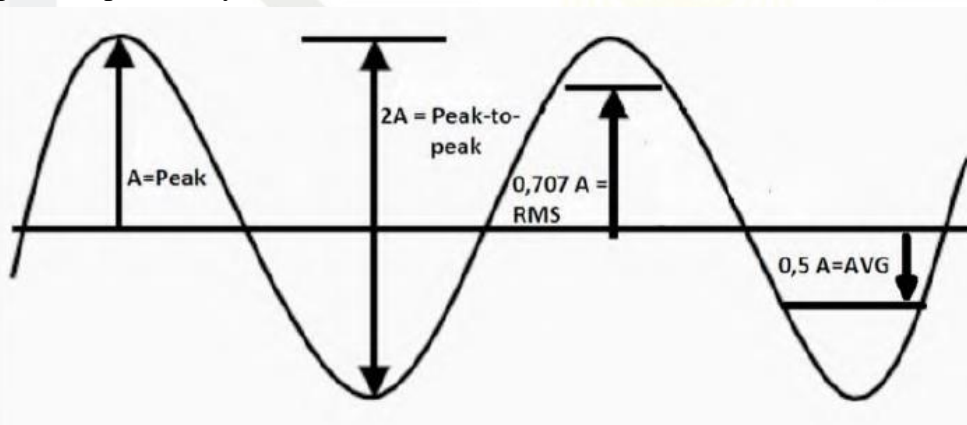
Merupakan perubahan displacement terhadap waktu (turunan pertama dx/dt , atau \dot{x}) yang dinyatakan dalam satuan (*inc/s*). Displacement velocity merupakan pengukuran yang sering digunakan pada machine housing dan housing bearing pada getaran 0 sampai 1000 Hz. Dengan menggunakan metode pengukuran amplitudo *zero to peak* (*Peak*) atau *peak value* (*PV*) [11].

C. Acceleration

Merupakan perubahan *velocity* terhadap waktu (turunan kedua d^2x/d^2t atau \ddot{x}) yang dinyatakan dalam satuan (*inc/s²*). Amplitudo *acceleration* biasa digunakan pada frekuensi diatas 1000 Hz [11].

2.13.3 Metode Pengukuran Vibrasi

Pengukuran amplitudo dengan menggunakan metode pengukuran *Displacement*, *Velocity*, dan *Acceleration* memiliki elemen-elemen yang menggambarkan suatu fungsi (Deskriptor Amplitudo), yaitu [29]:



Gambar 2. 25 Deskriptor amplitudo [29]

A. Peak to peak

Merupakan jarak dari puncak ke lembah dari data spektrum getaran, besaran yang dapat dihubungkan dengan besarnya tegangan maksimum atau celah (*clearance*) yang terjadi antara elemen rotasi dan rumahnya. Pengukuran ini digunakan dengan frekuensi kurang dari 10 Hz menggunakan alat *Transducer Displacement* [30].

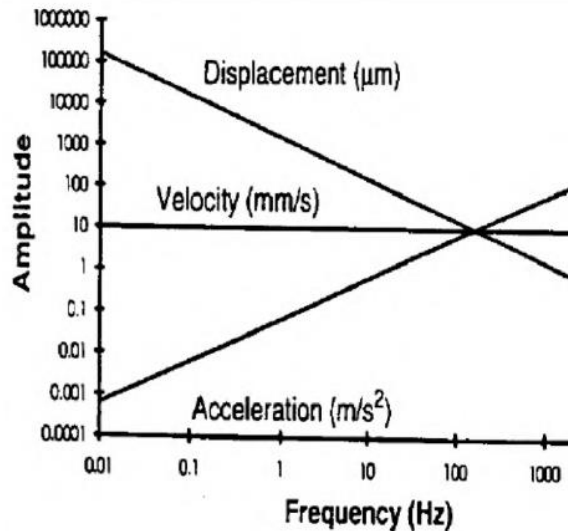
B. Zero to peak

Merupakan setengah nilai dari peak to peak atau dengan mengukur puncak dari spektrum, pengukuran ini menggunakan alat *Transducer Velocity* [30].

C. Root mean square (RMS)

Merupakan nilai statistik rata-rata dari amplitudo yang dihasilkan dari pengukuran. Pengukuran ini digunakan dengan frekuensi tinggi, pengukuran ini lebih akurat dan tepat dengan menggunakan alat *Transducer Acceleration* [30].

Pengukuran dan pengambilan data dengan metode-metode diatas sebaiknya harus disesuaikan dengan besar dari frekuensi getaran atau jenis sensor (transducer), agar data yang telah direkam lebih akurat dan tepat untuk tahap analisis [30].



Gambar 2. 26 grafik daerah simpangan sinyal amplitudo vibrasi [30]

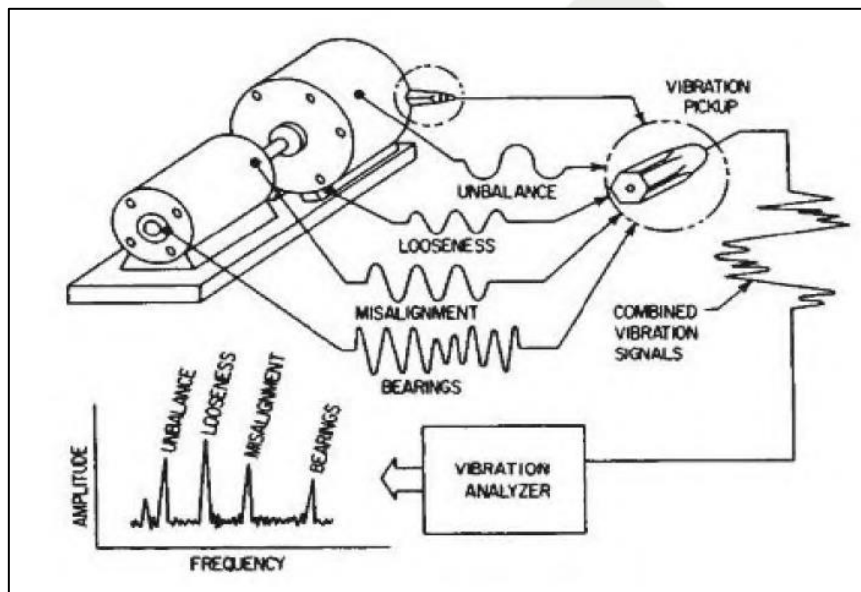
2.14 Analisa Vibrasi

Analisa vibrasi merupakan metode yang efektif untuk memonitor dan bersifat *non-instructive*, digunakan untuk *monitoring* sebuah sistem dalam kondisi mesin selama *start-up*, *shutdown*, dan operasi normalnya [29]. Dalam sebuah pembangkit listrik atau pabrik industri umumnya menggunakan peralatan dengan sistem elektro mekanis. Analisa vibrasi merupakan metode utama dalam sistem *preventive maintenance*, digunakan untuk menentukan kondisi operasi mesin, mendiagnosa sebuah sistem apabila mengalami kelainan atau kerusakan pada komponen mesin dan peralatan lainnya [11].

Pada dasarnya untuk semua sistem *rotating machinery* memproduksi getaran yang merupakan sebagai fungsi kelurusan (*alignment*) dan keseimbangan (*balance*) dari komponen yang berputar. Namun disamping hal tersebut, terjadi hal yang tidak normal yaitu ketidaklurusan poros (*misalignment*) dan ketidakseimbangan (*imbalance*) yang terjadi di berbagai peralatan. Pengukuran intensitas getaran pada frekuensi tertentu dapat memberi

Informasi tentang ketepatan kelurusan poros dan keseimbangannya, seperti kondisi *bearing*, *gear*, dan juga pengaruh struktur sistem pada mesin terhadap resonansi [11].

Terdapat 2 bagian peralatan untuk analisa vibrasi yaitu, bagian pertama adalah sensor atau transduser yang dipasang pada *machine housing* atau *bearing cap* untuk merekan getaran pada objek yang akan diambil datanya. Bagian kedua yaitu *analyzer* atau *vibration monitoring* yang terinterkoneksi dengan transduser berfungsi mengolah data pengukuran yang telah direkam, kemudian keluarannya berupa *spectrum vibration* yang nantinya akan dianalisis [29].



Gambar 2. 27 Proses analisa vibrasi [29]

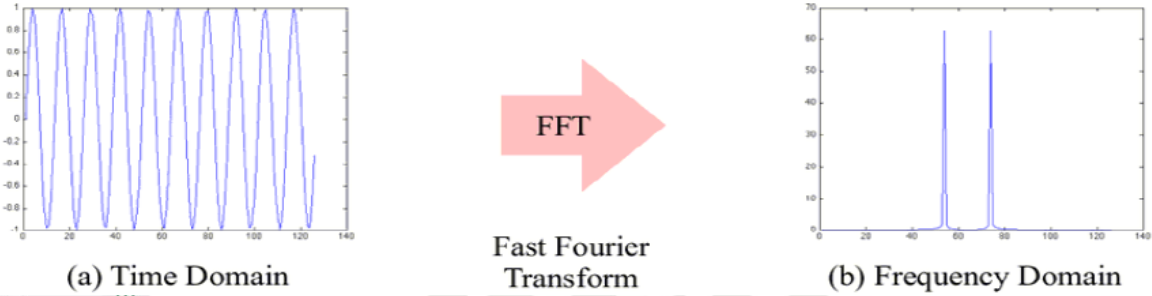
2.15 Konsep dan Prinsip Data Sinyal Digital dan Proses Fast Fourier Transform (FFT)

2.15.1 Data Digital Gelombang Waktu dan *FFT Spectrum*

Adapun bilangan yang disarankan data digital per blok untuk menghasilkan gelombang waktu dan *FFT spectrum* yang baik. Sinyal analog yang diterima oleh transduser (*Accelerometer*) tidak langsung dikonversi dari domain waktu menjadi domain frekuensi. Sinyal analog adalah sinyal kontinu yang terus menerus berjalan. Untuk mengkonversi pertama dilakukan sample bagian sinyal dipilih, bagian ini disebut “*time record*”. *Time record* adalah bilangan hingga berturut-turut yang sama dengan jarak sample sinyal analog. Nilai-nilai data ini merupakan hasil digitalisasi (hasil dari konversi bilangan tegangan menjadi bilangan biner). Digitalisasi *time record* merupakan informasi blok kedalam blok secara lengkap terhadap *frekuensi lines*. Idealnya, 800 data *point* diperlukan untuk menghitung 400-line *spectrum*, 1600 data point untuk menghitung 800-line *spectrum*.



Bagaimanapun, ketika data beberapa frekuensi tinggi terbangun untuk mengganti *rolloff* maka dibutuhkan “anti-aliasing” filter. Sehingga 1024 data point secara aktual dibutuhkan menghitung 400-point transform, 2048 data pint untuk menghitung 800-point transform [30].



Gambar 2. 28 Time Domain ditransform FFT menjadi Frequency Domain [30].

2.15.2 Sampling Frequency

Sampling frequency digunakan untuk menentukan batas frekuensi pada instrumen. Dalam pengambilan data sampling terbagi menjadi dua bagian yaitu, *time record* awal (blok) yang sudah terisi dan *time record* kedua (*time record* selanjutnya). Data tersebut dapat ditransformasikan menjadi lebih dari satu data terpilih. Proses ini dinamakan “*overlap processing*” yang mana *sample* yang lama dibuang dan diganti dengan *sample* yang baru sampai *sample* yang terakhir dalam *time record* (50% data lama dan 50% data baru) [30].

Nilai *sampling frequency* untuk mengumpulkan data *FFT* dan *Spectrum Analyzer* adalah 2.56 kali waktu F_{\max} [30].

$$FFT\ Lines = \frac{Sample\ size}{2.56} \dots\dots\dots(2.16)$$

2.15.3 Waktu Pengukuran Dalam Variasi Jarak Frekuensi dan FFT Lines

Waktu pengukuran sangat penting dalam pengambilan data untuk menghitung panjang waktu proses (dalam detik) yang dibutuhkan mikroprocessor untuk menampilkan *time record*. Berikut persamaan yang digunakan dalam perhitungan waktu yang diperlukan untuk menganalisis berapa lama untuk mengkoleksi *data collector* atau *RTA* [30].

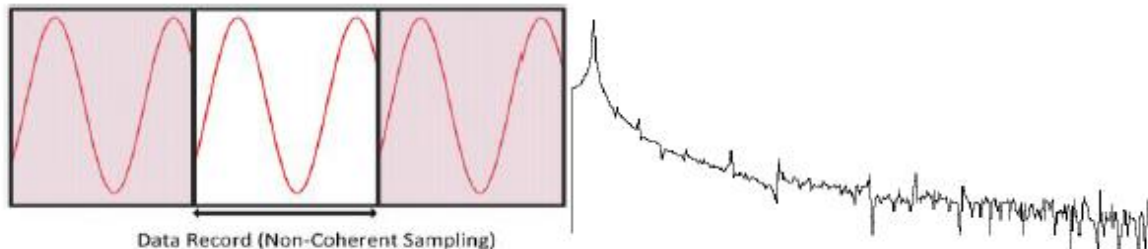
$$T_{max} = \frac{(60)(\#FFT Lines)}{freq. span} = \frac{(60)(sample size)}{(2.56)(freq. span)} \dots\dots\dots(2.17)$$

2.15.4 Pemilihan FFT Window

Secara konseptual *Fourier Transform* mengikuti salah satu asumsi yaitu, asumsi pertama data waktu adalah *priodic* dalam *sample period*. Dan asumsi dua terjadi kehilangan

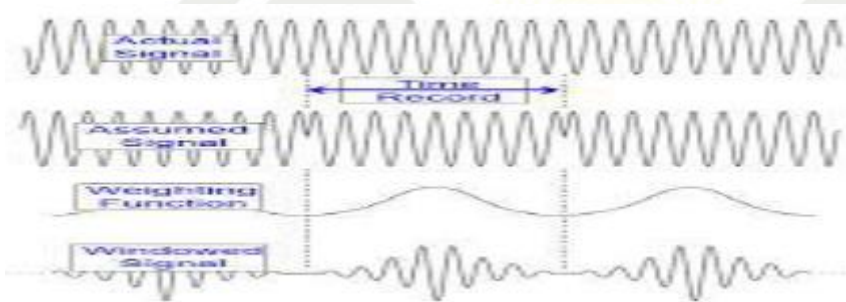


data waktu dalam *sample period* yang sama. Jika tidak menemukan salah satu asumsi diatas maka eror akan terjadi (*laekage* atau kebocoran). Kebocoran terjadi jika *time wafeform* tidak berkala dalam *time record*, puncak-puncak spectrum akan terbentuk dalam bilangan line lainnya. Dapat dilihat pada gambar 2.26 [31].



Gambar 2. 29 Kebocoran (*leakage*) pada gelombang sinusoidal [31]

Untuk meminimalisir kebocoran digunakan fungsi “*window*”. Metode ini akan menahan semua energi *spectral* dalam satu bin. Metode ini juga tidak 100% bekerja dengan baik masih ada sebagian energi yang bocor. Hasilnya banyak amplitudo yang rendah dalam proses *FFT* [31].

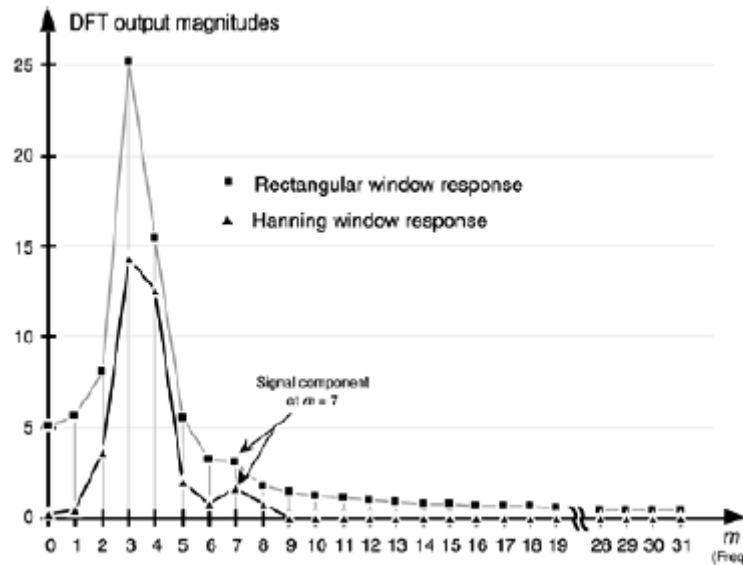


Gambar 2. 30 Efek *window* pada *time domain* [31].

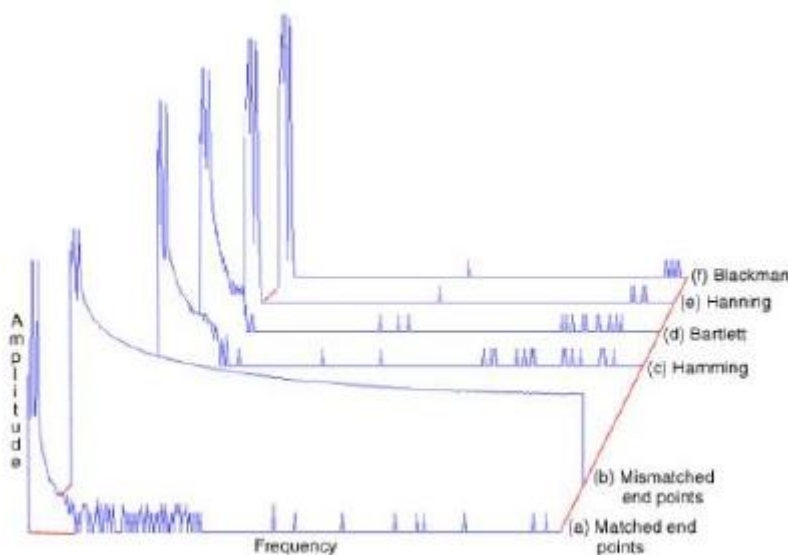
Pada umumnya jenis *window* yang digunakan untuk analisis getaran adalah *hanning window*. Karena *hanning window* memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk menampilkan amplitudo dibandingkan jenis *window* yang lain. Pada gambar 2.28 *hanning window* mereduksi resolusi frekuensi dan amplitudo dari sinyal yang ditampilkan oleh *rectangular window*. Bisa dilihat perbandingan *hanning window* dengan jenis *window* jenis lainnya gambar 2.29 [31]..

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 31 hanning window [31].



Gambar 2. 32 window jenis lainnya [31].

2.15.5 Proses *Overlap* dan Penggunaannya

Proses *overlap* adalah proses lain dalam *FFT analyzer* dengan tujuan menyimpan waktu saat digunakan untuk analisis frekuensi rendah. Proses *overlap* berlangsung jika data diambil secara *steady* tetapi tidak dapat dipakai untuk pengukuran *transien*. Proses *overlap* dapat dispesifikasikan dalam *persentase*, jika *overlap* terdiri 50% adalah setengah dari waktu baru yang terekam dan dikombinasikan dengan 50% waktu yang lama. Nilai *average 2* dan *4* digunakan untuk pengukuran frekuensi rendah. persamaan berikut untuk menghitung berapa lama yang dibutuhkan dalam *time record* jika tidak ada proses *overlap* didalamnya [32].



$$t_{max} = \frac{(60)(\#sample)(\#avg)}{(2.56)(freq \cdot span)} = \frac{(60)(\#FFTLines)(\#avg)}{(freq \cdot span)} \dots\dots\dots (2.18)$$

2.16 AMS Machinery Manager version 5.6

AMS Machinery Manager merupakan *tools* yang mengintegrasikan beberapa teknik perawatan prediktif dengan alat analisis komprehensif, yang bertujuan untuk memberikan penilaian kesehatan pada peralatan mekanis yang mudah dan akurat. AMS Machinery Manager adalah *tools* dengan teknologi modular yang menggabungkan sumber diagnostik dan pelaporan ke dalam database umum untuk analisis kesehatan peralatan mekanis [33].



Gambar 2. 33 AMS Machinery Manager version 5.6 [33]

2.16.1 Kelebihan AMS Machinery Manager version 5.6

Adapun kelebihan *tools* AMS Machinery Manager version yaitu [33] :

1. *Tools* analisis untuk diagnosis dan prognosis kesehatan mesin.
2. Integrasi kesehatan aset waktu nyata dengan sistem otomasi proses.
3. Integrasi dengan multi prediktif teknologi pemeliharaan yang lengkap gambaran kesehatan aset mekanik.
4. Menggabungkan pemeliharaan prediktif teknik dengan alat analisis yang komprehensif untuk disediakan penilaian kesehatan mesin yang mudah dan akurat.
5. Dapat berbagi informasi antara pemeliharaan dan pengoperasian sehingga perbaikan diantisipasi dan jadwal produksi disesuaikan.

2.16.2 Metode Perhitungan AMS Machinery Manager version 5.6

Metode perhitungan AMS Machinery Manager dengan mengkonversi data domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan metode fungsi FFT (*Fast fourier transform*) [31].

2.16.3 Hasil Integrasi AMS Machinery Manager version 5.6

Adapun hasil integrasi *tools* AMS Machinery Manager version yaitu [33] :



1. Analisis getaran portabel

Pemantauan mesin online berkelanjutan

Analisis pelumasan

Termografi inframerah

Penjajaran laser

Diagnostik motor AC

Penyeimbangan dinamis

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

lokasi penelitian dilakukan pada PT PLN (Persero) UPK Bukittinggi PLTA Batang Agam di Koto Tengah Batu Hampa, Akabiluru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.

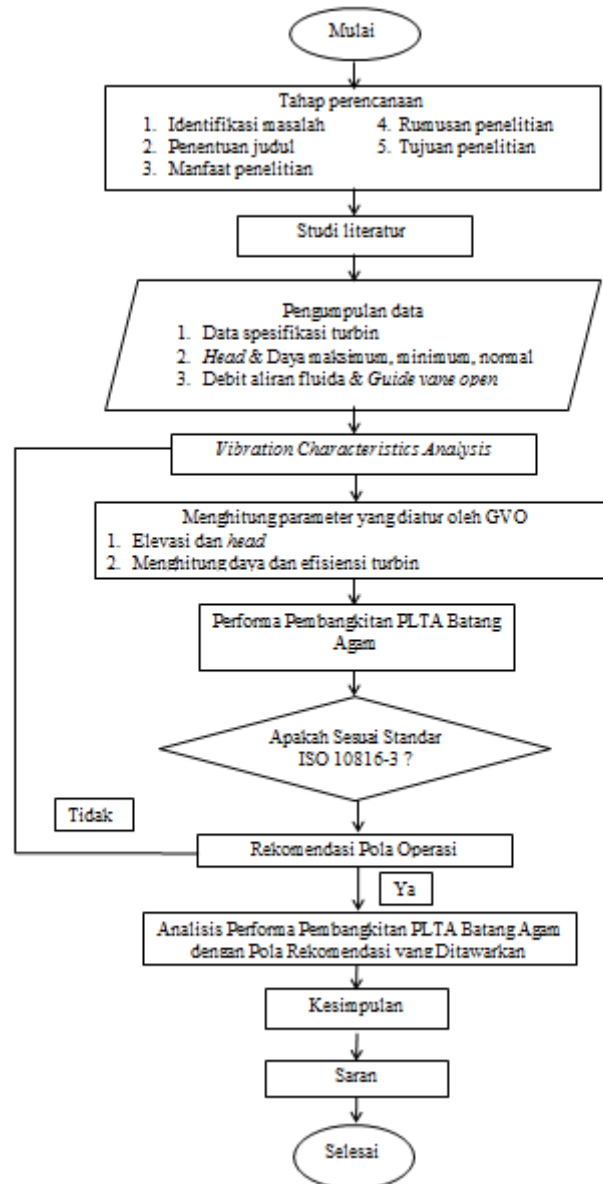
3.2 Alur Penelitian

Proses menganalisis pengaruh *GVO* terhadap performa turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Air dimulai dari tahap perencanaan yang terdiri dari identifikasi masalah, tujuan, penentuan judul, jadwal penelitian, rumusan masalah yang berkaitan dengan kajian penelitian, dan dilanjutkan dengan studi literatur penelitian. Langkah selanjutnya melakukan pengumpulan data dan membuat konsep pemodelan, melakukan pengukuran vibrasi dengan *input* parameter yang digunakan pada *tools*, dan melakukan perhitungan sistematis dan analisis. Kemudian langkah terakhir memberikan rekomendasi dengan membuat model pola operasi dan penarikan kesimpulan. Maka selesai dengan tersusunnya dalam bentuk laporan. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat alur diagram pada bagan 3.1

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian

3.3 Tahap Perencanaan

3.3.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terjadi dimana pembangkitan unit 2 saat ini mengalami penurunan performa dengan nilai efisiensi sebesar 72.4%, dibandingkan pada saat commissioning efisiensi pembangkitan bisa mencapai 88%. Salah satu yang mempengaruhi performa pembangkitan PLTA yaitu turbin. Turbin merupakan komponen utama dalam pembangkitan karena turbin yang memutar poros generator. Turbin bekerja sangat dipengaruhi oleh ketinggian (*head*), dan volume air yang masuk ke runner turbin (*flow rate*) yang menimbulkan tekanan lebih saat air masuk. Saat air akan masuk ke *runner* sebagian energi kinetik telah bekerja didalam sudu pengarah (*guide vane*). Ada suatu hal yang ditimbulkan dari air yang bertekanan tersebut ketika masuk ke runner yaitu getaran/vibrasi.



3.3.2 Penentuan Judul

Berdasarkan permasalahan yang telah didapat penulis melakukan penelitian dengan judul Analisis Pengaruh Buka *an Guide Vane Open (GVO)* Terhadap Performa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) (Studi Kasus: PLTA Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat).

3.3.3 Rumusan Penelitian

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisis vibrasi dari pengaruh *guide vane open (GVO)* pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Bagaimana menganalisis efisiensi turbin dari pengaruh *guide vane open (GVO)* terhadap performa turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Dan menghasilkan rekomendasi pengaturan *GVO* pada pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Batang Agam unit 2.

3.3.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah Menganalisis vibrasi dari pengaruh *guide vane open (GVO)* pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Menganalisis efisiensi turbin dari pengaruh *guide vane open (GVO)* terhadap performa turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Dan menghasilkan rekomendasi pengaturan *GVO* pada pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) batang agam unit 2.

3.3.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini secara akademis diharapkan bermanfaat dapat sebagai pengetahuan tambahan, referensi yang berkaitan dengan sistem turbin, dan khususnya dalam pengaruh *Guide Vane Opening (GVO)*. Bagi PLTA Batang Agam dapat menjadi pertimbangan untuk menghindari terjadinya vibrasi berlebih pada turbin Francis horinzontal di PLTA Batang Agam dan dapat menjadi keuntungan dalam hal menjaga efisiensi turbin, memperpanjang usia turbin, dan mengurangi *maintenance cost* jika vibrasi berlebih dapat dihindari. Bagi penulis sebagai sarana untuk penerapan ilmu pengetahuan teoritis dan praktik secara langsung dalam permasalahan di dunia kerja. Bagi kalangan akademisi dapat sebagai pengetahuan tambahan, khususnya dalam pengaruh *Guide Vane Opening (GVO)* terhadap performa pembangkit listrik tenaga air.

3.4 Studi Literatur

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengumpulan beberapa penelitian yang berkaitan untuk menjadi referensi. Dalam penentuan topik yang akan diteliti, penulis mengumpulkan beberapa referensi penelitian yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti melalui jurnal nasional dan internasional serta dari beberapa artikel untuk dilakukan literatur *review*.



3.5 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari subyek penelitian, dalam hal ini peneliti melakukan survey lapangan secara langsung dari sumber untuk memperoleh data informasi terkait instrumen-instrumen yang digunakan.

Data sekunder adalah data yang telah tersedia dalam berbagai bentuk seperti data statistik dan data yang sudah diolah sedemikian rupa oleh pihak terkait. Dalam hal ini data berupa bukti, laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasi maupun tidak.

3.5.1 Data Spesifikasi Turbin

PLTA Batang Agam menggunakan 3 unit turbin hidrolik jenis *francis*, untuk mendapatkan data spesifikasi turbin penulis melakukan survey secara langsung kondisi komponen yang digunakan dengan data tekniknya yaitu:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Turbin [5]

Merek	EBARA TOKYO JAPAN
Tipe	HORIZONTAL SHAFT <i>FRANCIS</i>
No. Seri	R.410028 – 01
Daya	3500 Kw
Putaran	750 rpm
Pemakaian Air	4.49 m ³ /s
Tinggi Air	90.8 m
Tahun Pembuatan	1975
Tahun Operasi	1976
Head Maksimum	98,7 m
Head Normal	90,8 m
Head Minimum	89,0 m
Daya Turbin Maksimum	3,9 MW
Daya Turbin Normal	3,5 MW
Daya Turbin Minimum	3,35 MW

3.5.2 Data Elevasi

Tinggi jatuh air pada PLTA Batang Agam adalah jarak tinggi antara air yang di kolam tando dengan turbin pada (*power house*). Maka dapat dihitung berapa *head* PLTA Batang



Agam yaitu selisih antara elevasi kolam tando dengan elevasi turbin. Data elevasi diambil dari laporan harian ruang operator dengan data operasinya.

Tabel 3. 2 Elevasi PLTA Batang Agam tahun 2020 [5]

Tanggal	Elevasi				
	<i>Intake</i>	Bukaan pintu (cm)	<i>Inflow</i>	Kolam Tando	<i>Surge Tank</i>
Januari	686.45	200	14.43	682.80	00.00
Februari	686.45	50	3.16	683.00	00.00
Maret	685.45	80	5.77	682.50	00.00
April	686.10	170	12.26	682.70	00.00
Mei	685.55	200	14.43	682.60	00.00
Juni	685.50	75	5.41	682.50	00.00
Juli	685.60	120	8.66	682.50	00.00
Agustus	685.35	50	3.61	682.80	00.00
September	685.50	100	6.49	682.50	00.00

3.5.3 Data aliran fluida, vibrasi dan GVO

Data aliran fluida dan *guide vane open* dibawah ini diambil dari data *log sheet* operasi PLTA Batang Agam tahun 2020, sedangkan data vibrasi diambil dari laporan PdM PT.PLN Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi tahun 2020, pengukuran vibrasi pada Unit PLTA Batang Agam dilakukan dalam rentang waktu setiap satu bulan sekali yang mana dilakukan pengukuran pada saat beban puncak.

Tabel 3. 3 data aliran fluida, vibrasi dan GVO tahun 2020 [5]



No	Bulan	Beban (kw)	Rpm	Flow (m ³ /s)	GVO (%)	Titik sensor	Hasil Pengukuran Vibrasi Pada <i>Equipment</i> (mm/s)	
							<i>Generator Drive Side</i>	<i>Generator Anti Drive Side</i>
1	Januari	3400	750	5.0	96	horizontal	0.58	0.35
						vertikal	0.48	0.18
						aksial	0.62	0.31
2	Februari	3500	750	5.4	99	horizontal	0.65	0.56
						vertikal	0.56	0.23
						aksial	0.61	0.39
3	Maret	3500	750	5.5	100	horizontal	0.63	0.24
						vertikal	0.46	0.18
						aksial	0.43	0.23
4	April	3450	750	5.4	99	horizontal	0.72	0.42
						vertikal	0.47	0.20
						aksial	0.45	0.39
5	Mei	3500	750	5.4	99	horizontal	0.56	0.30
						vertikal	0.45	0.15
						aksial	0.47	0.27
6	Juni	3400	750	5.2	98	horizontal	0.38	0.69
						vertikal	0.19	0.52
						aksial	0.42	0.56
7	Juli	3400	750	5.0	96	horizontal	0.58	0.27
						vertikal	0.49	0.17
						aksial	0.48	0.24
8	Agustus	3450	750	5.2	98	horizontal	0.40	0.22
						vertikal	0.38	0.12
						aksial	0.39	0.19
9	September	3400	750	5.0	96	horizontal	0.58	0.31
						vertikal	0.45	0.19
						aksial	0.49	0.31

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

No	Bulan	Beban (kw)	Rpm	Flow (m ³ /s)	GVO (%)	Titik sensor	Hasil Pengukuran Vibrasi Pada <i>Equipment</i> (mm/s)			
							Lubricating oil		Pressure oil	
							Pump a	Pump b	Pump a	Pump a
1	Januari	3400	750	5.0	96	MNDE H		1.38	0.36	0.47
						MNDE V		1.06	0.31	0.30
						MDE H		1.53	0.27	0.59
						MDE V		0.94	0.30	0.79
						MA		1.08	0.34	0.66
						PNDE H			0.32	0.39
						PNDE V			0.36	0.37
						PDE H		0.80	0.28	0.32
						PDE V		0.74	0.24	0.32
						PA		1.03	0.27	0.63
2	Februari	3500	750	5.4	99	MNDE H	0.91	0.97	0.42	0.34
						MNDE V	0.69	0.94	0.34	0.26
						MDE H	1.08	1.42	0.71	0.40
						MDE V	0.53	1.01	0.94	0.56
						MA	0.81	1.31	0.57	0.41
						PNDE H			0.41	0.31
						PNDE V			0.44	0.58
						PDE H	0.83	0.69	0.25	0.32
						PDE V	0.59	0.65	0.31	0.41
						PA	0.94	1.32	0.63	0.37
3	Maret	3500	750	5.5	100	MNDE H	1.07	0.67	2.22	0.43
						MNDE V	0.77	0.86	2.21	0.35
						MDE H	1.26	0.88	3.83	0.64
						MDE V	0.59	0.65	3.97	0.79
						MA	0.57	0.73	3.45	0.45
						PNDE H	0.95	0.59	2.12	0.88
						PNDE V	0.31	0.41	5.11	0.40
						PDE H	1.04	0.51	2.23	0.36
						PDE V	0.45	0.45	2.95	0.36
						PA	0.66	0.93	0.19	0.44
4	April	3450	750	5.4	99	MNDE H	0.56	0.67	0.21	0.94
						MNDE V	0.46	0.52	0.16	0.35
						MDE H	0.60	0.84	0.28	0.69
						MDE V	0.42	0.50	0.38	0.70
						MA	0.52	0.92	0.26	0.45
						PNDE H		0.59	0.20	0.52
						PNDE V		0.41	0.40	0.43
						PDE H	0.53	0.51	0.19	0.41
						PDE V	0.54	0.41	0.21	0.41
						PA	0.58	0.61	0.17	0.45
5	Mei	3500	750	5.4	99	MNDE H	0.57	0.50	0.19	0.94
						MNDE V	0.41	0.55	0.15	0.35
						MDE H	0.63	0.85	0.25	0.69
						MDE V	0.44	0.52	0.34	0.70
						MA	0.53	0.66	0.22	0.45
						PNDE H			0.15	0.51
						PNDE V			0.37	0.43
						PDE H	0.57	0.41	0.18	0.41
						PDE V	0.51	0.40	0.18	0.41
						PA	0.64	0.65		



No	Bulan	Beban (kw)	Rpm	Flow (m ³ /s)	GVO (%)	Titik sensor	Hasil Pengukuran Vibrasi Pada <i>Equipment</i> (mm/s)			
							Lubricating oil		Pressure oil	
							Pump a	Pump b	Pump a	Pump a
6	juni	3400	750	5.2	99	MNDE H	0.91	0.68	0.18	
						MNDE V	0.59	0.69	0.17	
						MDE H	0.81	0.84	0.20	
						MDE V	0.40	0.58	0.32	
						MA	0.54	0.74	0.17	
						PNDE H			0.17	
						PNDE V			0.29	
						PDE H	0.73	0.64	0.17	
						PDE V	0.49	0.47	0.19	
						PA	0.64	0.80		
7	juli	3400	750	5.0	96	MNDE H	0.55	0.60	0.45	0.53
						MNDE V	0.40	0.47	0.21	0.33
						MDE H	0.57	0.47	0.45	0.57
						MDE V	0.31	0.76	0.31	0.64
						MA	0.40	0.69	0.46	0.41
						PNDE H			0.17	0.48
						PNDE V			0.29	0.36
						PDE H	0.42	0.54	0.51	0.34
						PDE V	0.40	0.52	0.92	0.28
						PA	0.52	0.70		0.48
8	agustus	3450	750	5.4	99	MNDE H	0.71	1.13	0.18	1.60
						MNDE V	0.51	0.67	0.18	1.07
						MDE H	0.71	1.18	0.21	1.39
						MDE V	0.39	0.63	0.32	0.86
						MA	0.46	0.71	0.16	1.08
						PNDE H			0.20	1.00
						PNDE V			0.29	0.93
						PDE H	0.61	0.68	0.18	0.80
						PDE V	0.47	0.58	0.20	0.65
						PA	0.61	0.70		
9	september	3400	750	5.0	96	MNDE H	0.64	0.98	0.19	0.69
						MNDE V	0.44	0.56	0.15	0.48
						MDE H	0.66	1.05	0.21	0.85
						MDE V	0.37	0.47	0.25	0.68
						MA	0.59	0.67	0.15	0.55
						PNDE H			0.17	0.79
						PNDE V			0.28	0.49
						PDE H	0.60	0.62	0.14	0.50
						PDE V	0.47	0.52	0.17	0.39
						PA	0.81	0.66	0.15	

3.6 Vibration Characteristics Analysis

Metode *Vibration characteristics analysis*, merupakan metode menganalisis spektrum getaran berdasarkan karakteristik getaran seperti frekuensi, amplitudo, dan fasa [11].

Karakteristik vibrasi dapat diketahui dengan dilakukan mengukur vibrasi dengan menggunakan alat *CSI-2140 & AMS Suite Connection* dengan memasang sensor secara

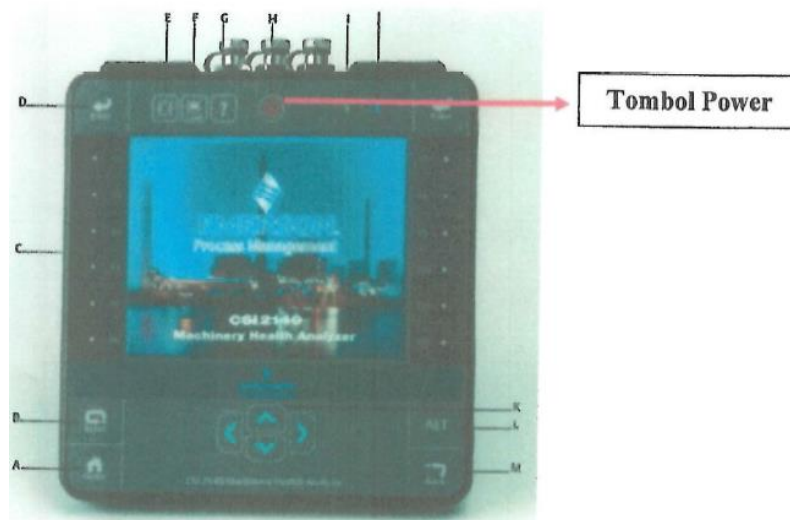
horizontal, vertikal, dan axial pada objek yang akan diukur. Hasil rekaman vibrasi yang diperoleh akan di analisis dengan menggunakan *tools AMS Machinery Manager version 5.6*. kemudian dibandingkan dengan standar yang digunakan PLTA Batang Agam.

3.6.1 Pengukuran vibrasi dengan alat CSI-2140

Melakukan pengukuran vibrasi dengan menggunakan *vibration data collector CSI 2140*, dengan memasang sensor *transducer velocity* pada posisi *vertical, horizontal, axial*. Sensor dipasang pada *inboard, outboard bearing driver* dan *inboard, outboard bearing driven*.

A. Prosedur pengukuran

1. Isi *battery* CSI 2140 beserta *battery backup* nya
2. Tekan tombol power CSI 2140

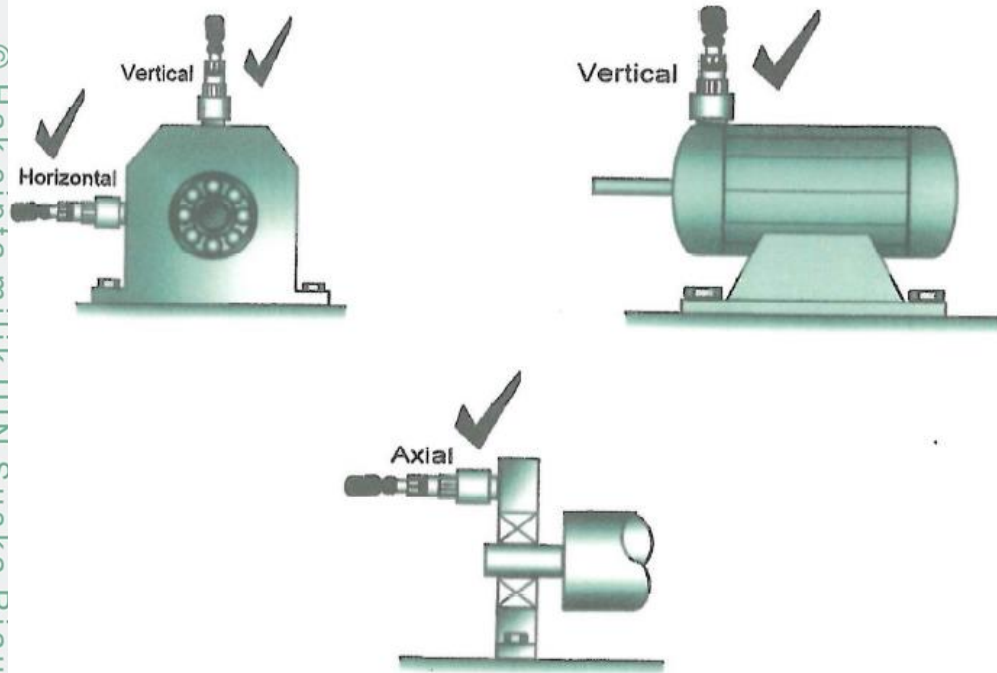


Gambar 3. 2 Alat CSI-2140

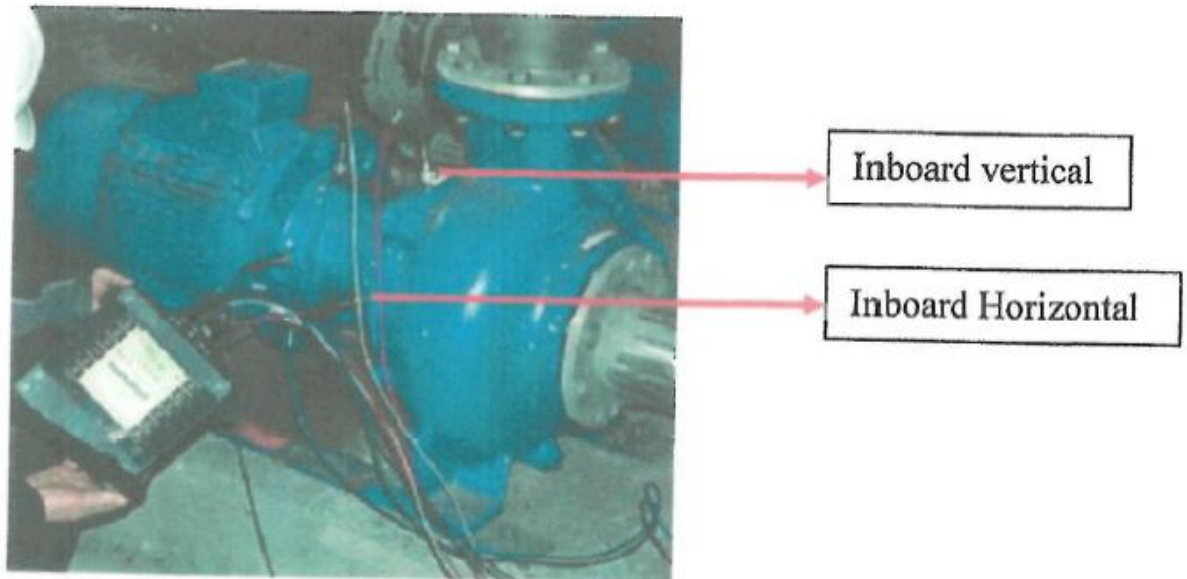
3. Lakukan pengetesan CSI 2140, dan pastikan alat berfungsi dengan baik
4. Pastikan *ASM Macenery analysis software* dapat berkomunikasi dengan *vibration data collector CSI 2140*
5. Tempatkan sensor pada posisi *outboard horizontal bearing driver*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 3 Pemasangan sensor *transducer*



Gambar 3. 4 Pengukuran vibrasi pada *equipment*

6. Tempatkan sensor pada posisi *outboard vertikal bearing driver*.
7. Tempatkan sensor pada posisi *inboard horizontal bearing driver*.
8. Tempatkan sensor pada posisi *inboard vertikal bearing driver*.
9. Tempatkan sensor pada posisi *inboard axial bearing driver*.
10. Tempatkan sensor pada posisi *inboard horizontal bearing driven*.



11. Tempatkan sensor pada posisi *inboard vertikal bearing driven*.

12. Tempatkan sensor pada posisi *inboard axial bearing driven*.

13. Tempatkan sensor pada posisi *outboard horizontal bearing driver*.

14. Tempatkan sensor pada posisi *outboard vertikal bearing driver*.

15. Ambil data vibrasi tiap penempatan sensor diatas dengan menggunakan CSI 2140

16. Setelah melakukan pengambilan data pada objek kemudian data ditransfer ke *software* yang sudah terkoneksi dengan CSI 2140 yaitu *software AMS Machinery Manager version 5.6*. tekan tombol *Home > Route > ALT > Route Management > Connect For Transfer*.

17. Data yang sudah di *dump* ke *software* dapat dianalisis dengan memilih menu *vibration analysis* pada *window ASM suite*. Pada menu ini dapat di lihat grafik *trending, spectrum, dan wavefrom* setiap point pengukuran.

3.6.2 Pengolahan data Vibrasi dengan Tools AMS Machinery Manager version 5.6

Penelitian ini data hasil pengukuran vibrasi yang telah diperoleh dari PLTA Batang Agam akan dioalah menggunakan *tools AMS Machinery Manager version 5.6* untuk menampilkan grafik *spectrum vibration* yang akan dianalisis [10]. Penggunaa *AMS Machinery Manager version 5.6* untuk mengolah data *spectrum vibration* yang diperoleh dengan cara mengkonversi data domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan metode fungsi FFT (*Fast fourier transform*). *Fast fourier transform* adalah metode untuk mempercepat untuk mengubah *time domain* ke frekuensi domain dari *discrete fourier transform* (DFT).

Pada *software AMS Machinery Manager version 5.6* menggunakan *automatic analysis*. *Output* dari *tools AMS Machinery Manager version 5.6* berupa grafik *trending Spectrum* dan *Waveform*. Kemudian *spectrum* akan dianalisis berdasarkan karakteristiknya dengan konsep data yang yang ditampilkan oleh *software*.

Konsep analisis data domain frekuensi yaitu :

1. Memeriksa amplitudo pada frekuensi domain, apakah masih dalam batas yang di izinkan oleh standar yang diterapkan.
2. Memeriksa amplitudo untuk rentang frekuensi tertentu, apakah masih dalam batas yang diizinkan oleh standar yang diterapkan
3. Untuk keperluan diagnosis.

Untuk menganalisis data domain frekuensi untuk keperluan diagnosis perlu diperhatikan beberapa hal yaitu :



1. Data domain frekuensi merupakan hasil konversi data dalam domain waktu, sehingga sebaiknya data domain waktunya harus valid.
2. Data domain waktunya sebaiknya tidak mengandung sinyal yang mengalami overload maupun terpotong karena sinyal tersebut jauh lebih besar dari range pengukuran.
3. Jika data domain waktu dalam bentuk data digital maka analisis data domain frekuensinya menggunakan rentang frekuensi yang disesuaikan dengan frekuensi pencuplikan yang digunakan pada waktu perekaman data digital tersebut.
4. Hasil analisis yaitu nilai *velocity* dalam bentuk *mm/s rms*.

3.7 Menghitung pengaruh GVO terhadap Performa turbin PLTA

Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi turbin adalah sudu pengarah (*guide vane*). *Guide vane* adalah peralatan mekanis yang berfungsi mengarahkan aliran fluida yang masuk ke *runner*, sehingga dengan mengatur bukaan *guide vane* (*Guide Vane Open/ GVO*) yang tepat dapat meningkatkan efisiensi [6]. *Guide vane* juga berfungsi mengontrol kapasitas aliran fluida dengan arah dan kecepatan tertentu yang mempengaruhi putaran *runner* (*Rpm*) dan debit aliran fluida (m^3/s).

Dengan parameter input *head* dan memperhatikan parameter yang diatur oleh *guide vane* yaitu putaran *runner* (*Rpm*), arah aliran fluida, debit air (m^3/s), yang mana hal tersebut dipengaruhi oleh gaya gravitasi. adapun yang dihitung yaitu :

3.7.1 Menghitung Elevasi

Elevasi adalah selisih antara elevasi kolam tando dengan elevasi turbin yang mana untuk mengetahui *Head efektif*. Berdasarkan tabel 3.2 di atas maka dapat dihitung berapa *Head efektif* PLTA Batang Agam dengan menggunakan persamaan 2. 19

3.7.2 Perhitungan Daya Air

Daya air adalah kemampuan atau potensi air yang mampu membangkitkan listrik dengan input parameter massa jenis air, percepatan gravitasi, debit, dan *head* efektif. Penelitian ini menghitung daya air dan daya turbin dilakukan perhitungan sistematis secara manual dengan persamaan (2.20).

3.7.3 Perhitungan Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin adalah perbandingan daya air dan daya yang dibangkitkan oleh turbin. Dengan menggunakan data tabel 3. Penelitian ini menghitung efisiensi turbin dengan parameter *input* daya turbin dan hasil perhitungan daya air ini menghitung efisiensi turbin menggunakan persamaan sistematis secara manual yaitu persamaan (2.21)



3.8 Performa PLTA Batang Agam

Setelah mendapatkan pengaruh variasi *GVO* terhadap vibrasi yang dihasilkan, akan dilihat performa sistem pembangkitan PLTA Batang Agam dilihat berdasarkan parameter potensi energi listrik/daya air dan efisiensi PLTA Batang Agam unit 2 pada pengoprasian Tahun 2020.

3.9 Apakah Sesuai Standar ISO 10816-3

Setelah dilakukan perhitungan pengaruh *GVO* terhadap performa turbin dilakukan diskusi apakah vibrasi dinyatakan normal sesuai dengan standar ISO 10816-3. Adapun batas-batas standar nilai vibrasi berdasarkan ISO 10816-3 yang diperbolehkan yaitu :

Tabel 3. 4 standar nilai vibrasi berdasarkan ISO 10816-3

VIBRATION STADAR ISO 10816-3					
Machine		Grup 1		Grup 2	
Inc/s	mm/s	Medium machines 15 kW < P ≤ 300 Kw		Large machines 300 kW < P < 50 MW	
		Motors 160 mm ≤ H < 315 mm		Motors 315mm ≤ H	
		rigid	Flexible	rigid	flexible
0.01	0.71				
0.02	1.4				
0.03	2.3				
0.04	2.8				
0.07	3.5				
0.11	4.5				
0.18	7.1				
0.28	11				

Terdapat 4 grup *machine type standar* dan 4 *variasi range foundation velocity standar* yang digunakan PLTA Batang Agam. Alarm hijau menandakan *new machine condition*, alarm kuning menandakan *unlimited long-term operation allowable*, alarm jingga menandakan *short-term operation allowable*, dan alarm merah menandakan *vibration causes damage*.



3.10 Rekomendasi Pola Operasi

Potensi listrik yang mampu dibangkitkan oleh PLTA Batang Agam dipengaruhi oleh jumlah debit yang ditampung dalam kolam penampungan/ tando, yang mana dipengaruhi oleh jumlah air yang tersedia di sungai Batang Agam. Siklus air dipengaruhi oleh iklim yang mana di Indonesia merupakan negara beriklim tropis memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Untuk memprediksi penggunaan *GVO* yang tepat dengan vibrasi normal dan efisiensi tinggi penulis membuat model pola operasi pada saat musim hujan dan musim kemarau, dengan menggunakan data 1 tahun terakhir tiap bulannya pada saat pengukuran vibrasi yang dilakukan dan data operasi PLTA Batang Agam. Dengan menggunakan metode perhitungan sistematis berdasarkan parameter *input head* dan memperhatikan parameter yang diatur oleh *guide vane* yaitu putaran *runner* (*Rpm*), arah aliran fluida, debit air (m^3/s), dan vibrasi, sehingga memperoleh performa PLTA.

Jika ditemukan vibrasi tidak sesuai standar maka akan ditawarkan rekomendasi pola operasi dari histori yang telah dibuat, Dengan melakukan pengaturan *GVO* yang direkomendasikan diharapkan dapat menghindari vibrasi yang berlebih berdasarkan standar yang digunakan dan memiliki tingkat efisiensi tinggi.

3.11 Analisis Performa Pembangkitan PLTA Batang Agam dengan Pola Rekomendasi yang Ditawarkan

Setelah dilakukan rekomendasi penggunaan *GVO* yang ditawarkan maka dianalisis kembali performa sistem pembangkitan PLTA Batang Agam berdasarkan parameter potensi energi listrik/daya air dan efisiensi PLTA batang Agam.

1. Hak Cipta dilindungi Undang-undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya dan menyalin dalam bentuk apa pun untuk tujuan komersial tanpa izin UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengaruh *Guide Vane Open (GVO)* pada sistem Pembangkitan Listrik Tenaga Air di PLTA Batang Agam dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hasil pengukuran pengaruh *GVO* terhadap vibrasi PLTA Batang Agam tahun 2020, Pengukuran pada Februari, April, Mei dengan *GVO* 99% , Juni dengan *GVO* 98%, dan Juli, September dengan *GVO* 96% terlihat hasil pengukuran rata-rata dengan nilai *velocity* di bawah 1.40 mm/s Rms tergolong dalam katagori alarm hijau. Pengukuran pada bulan Maret terdapat hasil pengukuran melebihi standar standar ISO 10816-3 dengan *GVO* 100% dan nilai *velocity* hingga mencapai 5.11 mm/s rms ditemukan di beberapa titik, vibrasi tersebut tergolong alarm merah menandakan *vibration causes damage*.
- Hasil perhitungan performa PLTA Batang Agam tahun 2020, bulan Juli dan September performa PLTA Batang Agam paling baik yaitu sebesar 70.39% menggunakan variasi *GVO* 96% dengan daya air sebesar 4.83 MW dan daya *output* 3.4 MW. Bulan Maret performa PLTA Batang Agam paling rendah yaitu sebesar 65.78% menggunakan variasi *GVO* 100% dengan daya air 5.32 MW dan daya *output* 3.5 MW.
- Performa PLTA Batang Agam dengan pola operasi yang ditawarkan, pada bulan Maret kondisi elevasi 682.50 dan *head efektif* 98.76 m sama seperti bulan Juli, Juni, dan September, maka direkomendasikan untuk menggunakan *GVO* 96% jika menggunakan *GVO* tersebut performa dapat meningkat hingga mencapai 70.39% dan vibrasi terdeteksi normal dengan nilai *velocity* dibawah 1.40 mm/s rms , bulan Maret meningkat 4,61% dari sebelumnya 65.78%. Pada bulan Agustus kondisi elevasi 682.80 dan *head efektif* 99.07 m sama seperti bulan Januari, maka direkomendasikan untuk menggunakan *GVO* 96% jika menggunakan *GVO* tersebut performa dapat meningkat hingga mencapai 70.10% dan vibrasi terdeteksi normal dengan nilai *velocity* dibawah 1.40 mm/s rms , bulan Agustus meningkat 4.27% dari sebelumnya 65.83%.

5.2

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat diajukan beberapa saran agar penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dimasa yang akan datang.

Beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

Performa PLTA dipengaruhi oleh banyak hal salah satunya adalah parameter yang diatur GVO dan vibrasi, pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran parameter lain yang dapat mempengaruhi performa PLTA.

Pada penelitian selanjutnya pola rekomendasi dapat dilakukan dengan menambahkan pola optimasi kolam tando agar dapat memaksimalkan performa pembangkitan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). *Pemanfaatan Energi Surya*. ebuke.esdm.go.id, para 2020. [Online]. Available: [w](http://ebuke.esdm.go.id). [Accessed September 01, 2020]
- [2]. Tumiwa. F, *Bagaimana Prospek Perkembangan Energi Bersih di Indonesia di 2020*. iesr.or.id. 2020. [Online]. Available: <https://iesr.or.id/prospek-perkembangan-energi-bersih-indonesia>. [Accessed September 01, 2020]
- [3]. Wiratmini. N. P. E, *Konsumsi Listrik per Kapita Indonesia*. ekonomi.bisnis.com. 2020. [Online]. Available: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20200127/44/1194201/konsumsi-listrik-per-kapita-indonesia-masih-rendah>. [Accessed September 01, 2020]
- [4]. U. Aulia, *Energi Terbarukan Energi Air, The Presentation Of Renewable Energy Courses*. 2019. Pp. 1-99
- [5]. PLTA Batang Agam, *Laporan overhaul Unit 2*, UPK PLTA Batang Agam, Sumatera Barat, 2019.
- [6]. F. Alamsyah, D. Notosudjono, and H. Soebagia, *Studi kinerja generator pembangkit listrik tenaga air ubrug sukabumi*, *J. Online Mhs.*, vol. 1, no. 1, 2017, pp. 1–11.
- [7]. Loots. I, Dijk M.V, Barta. B. Vuuren, S.J.V, and Bhagwn. J.N, *A review of low head hydropower technologies and applications in a South African context*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50 1254–1268, 2015.
- [8]. PLTA Batang Agam, *Basic Vibration Analysis*, Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan.UPP Bukittinggi, Sumatera Barat, 2020, PP. 1-213.
- [9]. Mafruddin. Marsuk, *Pengaruh Bukaam Guide Vane Terhadap Kinerja Turbin Pikohidro Tipe Cross-Flow*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung, Vol. 6, No. 1, 2017, P-Issn: 2301-6663.
- [10]. PLTA Batang Agam, *Predictive Maintenance Report*, Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan.UPP Bukittinggi, Sumatera Barat, 2020, PP. 1-69.
- [11]. Rianto. Erwin, *Analisis Vibrasi Untuk Medeteksi Kerusakan Pada Turbin Uap Ubb Pabrik III Di Pt. Petrokimia Gresik*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Laporan tugas akhir, 2016.
- [12]. Sinaga. Salomo P T, *Pengaruh Bukaam Sudu Pengarah pada Tingkat Kavitasi di Sisi Masuk Pipa Isap Turbin Francis Vertikal Unit 4 PLTA Tangga P, Inalum Power Plant*, Sumatera Utara, Universitas Sumatera Utara. Skripsi teknik mesin, 2016.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
UIN SUSKA RIAU



- [13]. Tambunan. Mario Martin, *Pengaruh Bukaian Sudu Pengarah Terhadap Kerugian Head dan Performansi Turbin Francis Vertikal PLTA Tangga Unit 4 PT. Inalum Power Plant (Persero)*, Sumatera Utara. Universitas Sumatera Utara. Skripsi teknik mesin, 2016.
- [14]. Ari I. Anitya, Susilo. Didik Joko, Arifin Zainal, *Deteksi Kerusakan Impeler Pompa Sentrifugal Dengan Analisa Sinyal Getaran*, Universitas Sebelas Maret, jurnal teknik mesin, Vol. 11, No. 2, 2013.
- [15]. Dietzel. Fritz, *Turbin, Pompa, dan Kompresor*, Jakarta., Erlangga, 1988.
- [16]. Hidayat. Wahyu, *Prinsip Kerja Dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)*, INA-Rxiv, March 2019, doi:10.31227/osf.io/drv58.
- [17]. Studi elektronika, *Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air di Indonesia*, webstudi.site, para. 2020. [Online]. Available: <https://www.webstudi.site/2019/09/PLTA.html>. [Accessed September 01, 2020].
- [18]. Wikipedia Bahasa Inggris, *Water Turbine*, en.wikipedia.org, para. 2020. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Water_turbine. [Accessed September 29, 2020].
- [19]. Arismunandar. Wiranto, *Penggerak Mula Turbin, Edisi ke Dua Cetakan ke Tiga*, Bandung: ITB, 1997.
- [20]. Mafruddin, Marsuk. 2017. *Pengaruh Bukaian Guide Vane Terhadap Kinerja Turbin Pikohidro Tipe Cross-Flow*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Metro . Lampung. Vol 6. No 1. P-Issn: 2301-6663.
- [21]. Sadono Sri. Sihana, dan Effendy Nazrul, *Identifikasi Sistem Governor Control Valve Dalam Menjaga Kestabilan Putaran Turbin Uap PLTP Wayang Windu Unit 1*, Jurusan Teknik Fisika FT UGM, 2013.
- [22]. F. Alamsyah, D. Notosudjono, and H. Soebagia, “Studi kinerja generator pembangkit listrik tenaga air ubrug sukabumi,” *J. Online Mhs.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2017.
- [23]. Rayan, Magdy Abou. 2009. *A Textbook of Hydraulic Machines*. Egypt: Zagagig University.
- [24]. Brightonnk. *Swamee-Jain Equation Derivation*. cheresources.com. 2020. [Online]. Available: <http://cheresources.com/invision/topic/16508-swamee-jain-equation-derivation/>. [Accessed September 23, 2020].
- [25]. Munson, Bruce R., Okiishi, Theodore H., Huebsch, Wade W., and Rothmayer, Alric P. 2013. *Fundamentals of Fluid Mechanics*. Edisi 7.



- [26]. Rajab Yassen, S. “*Optimization of the Performance of Micro Hydro-Turbines for Electricity Generation*”. The programme of research was carried out in the School of Engineering & Technology, University of Hertfordshire, Hatfield, UK. 2014.
- [27]. Acharya, N., Kim C.G., Thapa, B., and Lee, Y.H., *Numerical analysis and performance enhancement of a cross-flow hydro turbine*. Renewable Energy xxx 1-8, 2015.
- [28]. De Silva, W c. *Hand book Vibration Fundamental and Practice*. Boca Raton : CLC Press LCC, 2000.
- [29]. Bently, D.E and Hatch, CT. *Fundamentals Of Rotating Machinery Diagnostics*. Canada : Bently Pressurized Bearing Press, 2002.
- [30]. James E. Berry, P.E., *Principles of Digital Data Acquisition and FFT Processing for Spectral Analysis*, IRD Mechanalysis Level III, *Technical Associates of Charlotte, Inc*, 2002.
- [31]. Proakis, J.G., *Digital Signal Processing Principles, Algorithms, and Applications*, Prentice, Hall International, New Jersey, 1996.
- [32]. Al Thobiani, Faisal, *The Non-intrusive Detection of Incipient Cavitation in Centrifugal Pumps*, *Doctoral thesis*, University of Huddersfield, 2011.
- [33]. EMERSON. *AMS Machinery Manager*. *emerson.com*, para. 2020. [Online]. Available: <https://www.emerson.com/en-us/catalog/ams-ams-machinery-manager>. [Accessed Desember 20, 2020].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengcantumkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR LAMPIRAN

Diagram Moody

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

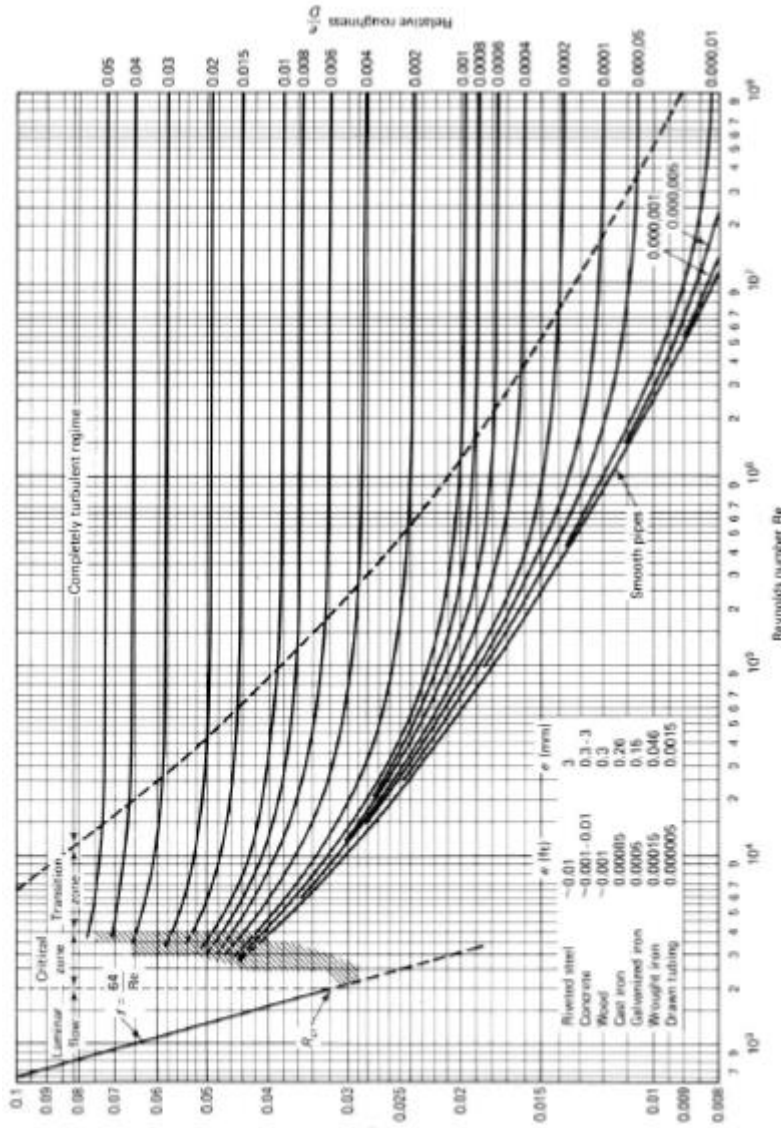


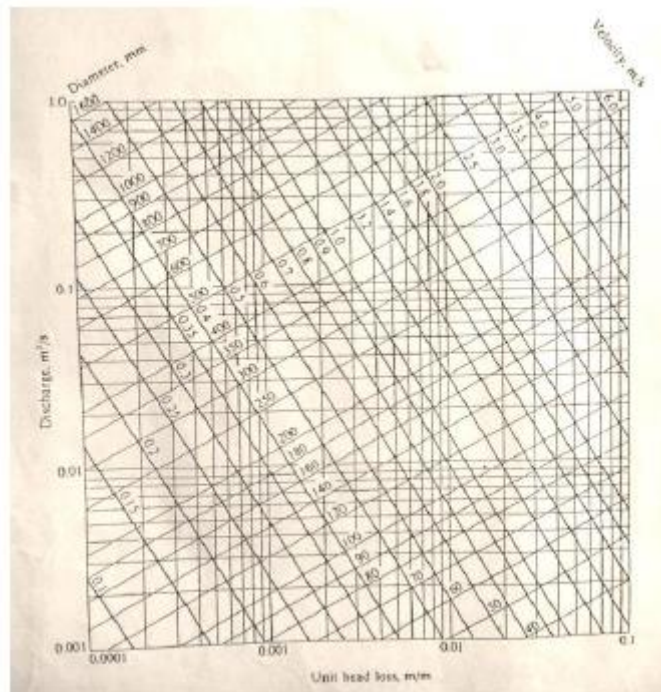
Figure 7.13 Moody diagram. (From L. F. Moody, Trans. ASME, Vol. 66, 1944.)

Gambar 3.5 Diagram *Moody*

B.

Resistance Coefficient dan Diagram Pipa Persamaan Hazen-Williams

Pipe or Tubing Material	Hazen-Williams C
	Nominal value when new
Drawn Tubing	140
Teflon, PTFE, PFA-PTFE	140 **
High Density Polyethylene, PVDF, PVC, etc	140 **
Epoxy Coated Steel	140
New API Line Pipe	140
Commercial Steel	140 **
Stainless Steel	140 **
Asphalt Coated Cast Iron	140
Galvanized Iron	130
Cast Iron	120 **
Wood Stave	120
Concrete	130 to 120
Riveted Steel	110



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



C.

Tabel harga koefisien kecepatan

No	H	V _{th} (m/s)	V _{ac} (m/s)	C _v
1	100	4.43	4.28	0.967
2	90	4.20	4.02	0.958
3	80	3.96	3.73	0.943
4	70	3.70	3.47	0.938
5	60	3.43	3.21	0.936
6	50	3.13	2.92	0.933
7	40	2.80	2.60	0.930
8	30	2.42	2.23	0.921
9	20	1.98	1.79	0.906
10	10	1.40	1.24	0.889

D.

Koefisien Kekerasan Pipa

Surface	Absolute Roughness Coefficient - K -	
	(m) 10 ⁻³	(feet)
Copper, Lead, Brass, Aluminum (new)	0.001 - 0.002	3.33 - 6.7 10 ⁻⁶
PVC and Plastic Pipes	0.0015 - 0.007	0.5 - 2.33 10 ⁻⁵
Stainless steel	0.015	5 10 ⁻⁵
Steel commercial pipe	0.045 - 0.09	1.5 - 3 10 ⁻⁴
Stretched steel	0.015	5 10 ⁻⁵
Weld steel	0.045	1.5 10 ⁻⁴
Galvanized steel	0.15	5 10 ⁻⁴
Rusted steel (corrosion)	0.15 - 4	5 - 133 10 ⁻⁴
New cast iron	0.25 - 0.8	8 - 27 10 ⁻⁴
Worn cast iron	0.8 - 1.5	2.7 - 5 10 ⁻³
Rusty cast iron	1.5 - 2.5	5 - 8.3 10 ⁻³
Sheet or asphalted cast iron	0.01 - 0.015	3.33 - 5 10 ⁻⁵
Smoothed cement	0.3	1 10 ⁻³
Ordinary concrete	0.3 - 1	1 - 3.33 10 ⁻³
Coarse concrete	0.3 - 5	1 - 16.7 10 ⁻³
Well planed wood	0.18 - 0.9	6 - 30 10 ⁻⁴
Ordinary wood	5	16.7 10 ⁻³

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



E.

Tabel Sifat Air (Physical Properties of Water) (SI units)

Temperature T (°C)	Specific Weight γ (kN/m ³)	Density ^a ρ (kg/m ³)	Dynamic Viscosity ^b μ ($\times 10^{-3}$ kg/m-s)	Kinematic Viscosity ν ($\times 10^{-6}$ m ² /s)	Surface Tension ^c σ (N/m)	Modulus of Elasticity ^a E ($\times 10^9$ N/m ²)	Vapor Pressure P _v (kN/m ²)
0	9.805	999.8	1.781	1.785	0.0765	1.98	0.61
5	9.807	1000.0	1.518	1.519	0.0749	2.05	0.87
10	9.804	999.7	1.307	1.306	0.0742	2.10	1.23
15	9.798	999.1	1.139	1.139	0.0735	2.15	1.70
20	9.789	998.2	1.002	1.003	0.0728	2.17	2.34
25	9.777	997.0	0.890	0.893	0.0720	2.22	3.17
30	9.764	995.7	0.798	0.800	0.0712	2.25	4.24
40	9.730	992.2	0.653	0.658	0.0696	2.28	7.38
50	9.689	988.0	0.547	0.553	0.0679	2.29	12.33
60	9.642	983.2	0.466	0.474	0.0662	2.28	19.92
70	9.589	977.8	0.404	0.413	0.0644	2.25	31.16
80	9.530	971.8	0.354	0.364	0.0626	2.20	47.34
90	9.466	965.3	0.315	0.326	0.0608	2.14	70.10
100	9.399	958.4	0.282	0.294	0.0589	2.07	101.33

Source: Adapted from J. K. Venard and R. L. Street (1975). *Elementary Fluid Mechanics*, 5th ed., Wiley, New York.

^aAt atmospheric pressure.

^bDynamic viscosity can also be expressed in units of N-s/m².

^cIn contact with air.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

F.

Kerugian Head untuk Komponen Pelengkap Pipa pada Aliran Turbule

Fitting or valve	Loss coefficient, k
Elbow 45° standard	0.35
Elbow 45° long radius	0.2
Elbow 90° standard	0.75
Elbow 90° long radius	0.45
Elbow 90° square	1.3
Bend 180° close return	1.8
Tee, standard, along run	0.4
Tee, standard, through branch	1.5
Pipe entry	sharp 0.5 well rounded 0.05 Borda 1.0
Pipe exit	sharp 0.5
Gate valve	fully open 0.15 ¾ open 0.9 ½ open 4.5 ¼ open 20.0
Diaphragm valve	fully open 2.3 ¾ open 2.6 ½ open 4.3 ¼ open 21.0
Globe valve	fully open 6.0 ¾ open 9.0
Angle valve	fully open 3.5
Butterfly valve	fully open 0.5

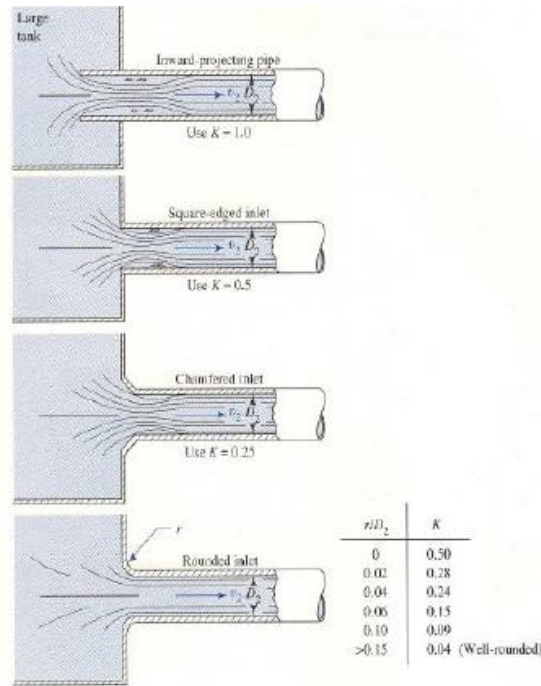
G.

Entrance Losses

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

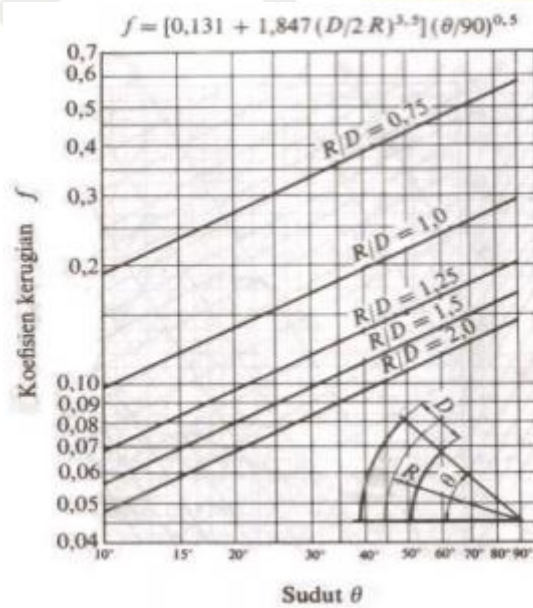
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



H.

Koefisien Kerugian pada Belokan



State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

RIAU



I. Data Aliran Fluida, Dan Guide Vane Open

LAPORAN HARIAN TURBIN PLTA BATANG AGAM

UNIT : 2 (DUA)

TANGGAL : 14 JANUARI 2020 / HARI : SELASA

JAM	KW	Rpm	Grade Position (%)	Grade Position (mm)	TEMPERATUR (°C)								PRESSURE							
					Air outlet	Air intake	Throat Bearing	Radial bearing (Turbine side)	Radial bearing (Generator side)	Penm. Strok (mm)	Clamp (mm)	Runner (mm)	Brake	Flow	Air intake shaft seal kg/Cm ²	Air intake seal kg/Cm ²	Pelumas stasioner cooler kg/Cm ²	Pelumas variabel cooler kg/Cm ²		
00.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
01.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
02.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
03.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
04.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
05.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
06.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
07.00	1000	750	56	55	26	65	55	56	50	91	91	5	0,0	2,9	2,5	8,4	2,7	2,5		
08.00	1500	750	99	156	26	66	55	56	50	94	94	15	0,0	5,2	2,4	8,4	2,7	2,5		
09.00	1500	750	99	156	26	66	55	56	50	94	94	15	0,0	5,2	2,4	8,4	2,7	2,5		
10.00	1500	750	99	156	26	66	55	56	50	94	94	15	0,0	5,2	2,4	8,4	2,7	2,5		
11.00	1500	750	99	156	26	66	55	56	50	94	94	15	0,0	5,2	2,4	8,4	2,7	2,5		
12.00	1500	750	99	156	26	66	55	56	50	94	94	15	0,0	5,2	2,4	8,4	2,7	2,5		
13.00	1500	750	99	156	26	66	55	56	50	94	94	15	0,0	5,2	2,4	8,4	2,7	2,5		
14.00	1000	750	79	125	26	65	55	57	50	92	92	12	0,0	4,3	2,5	9,8	2,5	2,5		
15.00	1000	750	79	125	26	65	55	57	50	92	92	12	0,0	4,4	2,6	9,1	2,7	2,5		
16.00	1000	750	79	125	26	65	55	56	51	93	93	12	0,0	4,6	2,5	8,4	2,7	2,5		
17.00	1000	750	79	125	26	65	55	56	51	93	93	12	0,0	4,6	2,5	8,4	2,7	2,5		
18.00	1400	750	99	156	26	68	56	57	51	95	94	16	0,0	5,2	2,5	8,4	2,7	2,5		
19.00	1400	750	94	150	26	68	56	57	51	95	94	16	0,0	5	2,5	8,4	2,7	2,5		
20.00	1400	750	100	156	27	50	56	57	50	94	94	16	0,0	5,2	2,5	9,8	2,5	2,5		
21.00	1400	750	100	156	27	50	56	57	50	94	94	16	0,0	5,2	2,5	9,8	2,5	2,5		
22.00	1400	750	100	156	27	50	56	57	51	94	94	15	0,0	5,2	2,5	9,8	2,5	2,5		
23.00	1400	750	100	156	27	50	56	57	51	94	94	15	0,0	5,2	2,5	9,8	2,5	2,5		
Max																				
Avg	3995	1012	110%		65	65	65	65	65	115	115									
Total	4200	1220	110%		75	75	75	75	75	125	125									

Catatan :

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 20kV) PLTA BATANG AGAM

TANGGAL : 14 JANUARI 2020 / HARI : SELASA

PENYALURAN 20KV												TOTAL PENYALURAN		Bus-Bar 20KV				Fasilitas Sendori				Baterai				Elevasi				Total Rebar Bat							
BUKITTEGGI / F1				BATASUNGKAR / F2				PAYAKUMBUH / F3				PAYAKUMBUH / F4				F1-F2-F4		TOTAL LUR -		R-S		S-T		T-R		AMPER		R-S		S-T							
AMPER				AMPER				AMPER				AMPER				AMPER		AMPER		AMPER		AMPER		AMPER		AMPER		AMPER		AMPER							
KW	R	S	T	KW	R	S	T	KW	R	S	T	KW	R	S	T	KW	AMPER	KW	AMPER	R-S	S-T	T-R	R	S	T	R	S	T	R	S	T						
00.00	797	22	21	24	608	19	21	20	4226	122	114	121	554	16	17	17	2009	58	6235	128	20,5	20,7	20,8	39	32	35	300	0	75	118	685,85	120	9,28	689,65	689,7	8,4	6200
01.00	762	22	21	23	624	18	20	19	4365	126	117	124	520	15	16	16	1905	55	6170	141	20,5	20,8	20,8	28	32	35	300	0	75	118	685,85	120	9,28	689,75	689,8	8,4	6200
02.00	727	21	20	21	589	17	18	18	4469	129	120	127	520	15	15	15	1826	53	6204	144	20,6	20,8	20,9	41	32	36	300	0	75	118	685,85	120	9,28	0,0	8,4	6200	
03.00	727	21	19	21	554	16	19	18	4469	129	121	127	485	14	15	15	1767	51	6235	145	20,6	20,8	20,9	40	32	35	300	0	75	118	685,85	120	9,28	0,0	8,4	6200	
04.00	727	21	20	21	589	17	19	18	4365	126	118	125	485	14	15	15	1801	52	6164	140	20,7	20,8	20,9	41	32	34	300	0	75	118	685,85	120	9,28	0,0	8,4	6200	
05.00	925	27	26	28	762	22	24	22	3949	114	105	111	624	18	19	18	2321	67	6270	132	20,5	20,5	20,6	29	32	35	300	0	75	118	685,85	120	9,28	689,85	689,9	8,4	6200
06.00	1005	29	27	29	797	22	25	24	3776	109	100	105	628	19	21	20	2409	71	6235	128	20,5	20,7	20,7	29	32	35	300	0	75	118	685,85	120	9,28	689,90	689,9	8,4	6200
07.00	1074	31	29	31	925	27	28	28	3499	101	92	98	762	22	23	24	2771	80	6270	125	20,5	20,6	20,7	29	32	34	300	0	75	118	686,02	170	12,14	681,10	681,1	8,4	6200
08.00	1108	32	30	32	866	28	29	28	3205	208	200	208	762	22	22	22	2727	79	6942	230	20,6	20,9	20,9	41	37	28	300	0	75	118	686,22	200	14,43	681,55	681,6	8,4	6200
09.00	1074	31	30	32	821	24	26	24	3482	216	207	219	624	18	19	20	2563	74	10048	235	20,4	20,7	20,7	44	37	34	300	0	75	118	686,60	200	14,43	681,65	681,7	12,9	10250
10.00	1039	30	29	31	727	21	23	22	3725	223	214	224	624	18	18	18	2390	69	10115	241	20,5	20,6	20,6	64	61	57	300	0	75	118	686,62	200	14,43	681,70	681,7	12,9	10250
11.00	970	28	29	30	695	20	22	21	3863	227	217	229	589	17	18	18	2252	65	10115	244	20,5	20,5	20,5	29	39	35	300	0	75	118	686,65	200	14,43	681,85	681,9	12,9	10250
12.00	925	27	26	28	695	20	22	21	3898	228	218	230	589	17	18	17	2217	64	10115	245	20,5	20,6	20,6	29	39	35	300	0	75	118	686,65	200	14,43	681,85	681,9	12,9	10250
13.00	925	27	26	28	695	20	22	21	3933	229	219	231	554	16	17	17	2182	63	10115	245	20,5	20,6	20,6	40	40	34	300	0	75	118	686,65	200	14,43	681,90	681,9	12,9	9900
14.00	970	28	27	29	695	20	22	21	3967	230	220	232	589	17	17	17	2252	65	10219	247	20,5	20,5	20,5	40	39	34	300	0	75	118	686,60	200	14,43	681,85	681,9	12,0	9800
15.00	970	28	26	28	695	20	22	21	4755	192	182	196	554	16	17	16	2217	64	8972	231	20,5	20,6	20,6	40	39	34	300	0	75	118	686,45	200	14,43	682,10	682,1	12,0	9800
16.00	1005	29	28	29	695	20	22	21	4755	192	184	196	554	16	16	16	2252	65	9006	231	20,5	20,6	20,7	42	34	35	300	0	75	118	686,45	200	14,43	682,45	682,5	12,0	9800
17.00	970	28	26	29	727	21	23	22	4651	192	184	192	624	18	19	19	2321	67	8972	230	20,6	20,9	20,9	45	37	35	300	0	75	118	686,40	200	14,43	682,30	682,3	12,0	9800
18.00	925	27	25	28	762	22	24	23	3517	217	208	218	692	20	21	20	2390	69	8997	237	20,7	21,0	21,0	43	35	35	300	0	75	118	686,40	200	14,43	682,30	682,3	12,9	10200
19.00	1178	34	32	34	1039	30	32	31	4997	202	192	201	866	25	27	26	2685	89	10080	237	20,4	20,6	20,7	40	35	35	300	0	75	118	686,45	200	14,43	682,30	682,3	12,8	10200
20.00	1247	36	34	37	1074	31	35	32	6086	192	182	192	925	27	28	27	2556	84	8942	236	20,7	21,0	21,0	40	32	35	300	0	75	118	686,45	200	14,43	682,30	682,1	12,8	10200
21.00	1108	32	31	34	1005	29	32	30	4942	201	191	200	866	25	26	26	2979	86	8942	236	20,6	20,9	20,9	45	37	39	300	0	75	118	686,50	200	14,43	682,30	682,0	12,8	10200
22.00	1039	30	29	31	901	26	29	27	3205	208	199	207	797	22	23	23	2737	79	8942	231	20,7	20,9	21,0	41	32	34	300	0	75	118	686,50	200	14,43	682,30	682,0	12,8	10200
23.00	901	26	25	27	797	22	24	24	3482	216	207	218	628	19	20	20	2566	68	8928	235	20,7	20,9	21,0	38	32	35	300	0	75	118	686,50	200	14,43	682,30	682,0	12,8	10200
24.00	12250	400	400	400	12250	400	400	400	12250	400	400	400	0				800	9628	284																14,8	18200	
25.00	12250	400	400	400	12250	400	400	400	12250	400	400	400	952	27	27	27	2566	800	10200																		

Nilai
4000
Tolok

CATATAN :

LAPORAN HARIAN TURBIN PLTA BATANG AGAM

UNIT : 2 (DUA)

TANGGAL : 11 FEBRUARI 2020 / HARI : SELASA

[illegible]

Exercises:

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 20kV) PLTA BATANG AGAM

TANGGAL : 11 FEBRUARI 2020 / HARI : SELASA

[illegible]

CATATAN:

Itan Syarif Kasim Riau

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 20kV) PLTA BATANG AGAM

TANGGAL : 10 MARET 2020 / HARI : SELASA

PENYALURAN 20KV												TOTAL PENYALURAN		Ran-Bar 20KV			Peralatan Standar			RUMAH	KELAH			Jarak ST - KWH	Jarak Mize	Total Meteran											
PENYALURAN 01			PENYALURAN 02			PENYALURAN 03			PENYALURAN 04			FUSE-01		TOTAL LANG -		AMPER					TANGKAI RUMAH	MOTOR/OLAK	MOTOR & PUMP	Rumah Peralatan	Mize	Kedua-Tanda	Jarak-Tanda										
AMPER			AMPER			AMPER			AMPER			AMPER		AMPER		AMPER																					
R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	R	S	R	S	I																			
TANGGAL		KWH	KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH		KWH										
08.00	0		658	19	21	20			3741	108	100	108	589	17	18	17	1247	36	4998	125	20.6	20.6	10.9	41	32	42	380	8	35	115	682.70	120	8.66	679.58	679.5	6.1	4600
08.05			624	18	20	18			3568	97	90	95	554	16	17	16	1178	34	4538	113	20.5	20.6	10.7	34	27	35	380	8	35	115		8.66		0.0	6.1	4600	
08.10			589	17	19	18			3429	99	92	94	520	15	16	16	1108	32	4538	114	20.4	20.6	10.7	28	28	27	380	8	35	115		8.66		0.0	6.1	4600	
08.15			5429	99	91	95	520	15	16	15	1108	32	4538	114	20.5	20.7	10.8	34	27	35	380	8	35	115		8.66		0.0	6.1	4600							
08.20			5429	99	92	94	520	15	16	16	1108	32	4538	114	20.5	20.6	10.8	35	27	35	380	8	35	115		8.66		0.0	6.1	4600							
08.25			692	20	22	21			3697	69	62	64	589	17	18	18	1282	37	2979	66	20.2	20.3	10.4	25	26	29	380	8	35	115	682.70	120	8.66	680.18	680.1	6.1	4600
08.30			821	26	28	25			3490	42	34	38	727	21	22	22	1559	45	2048	64	20.8	20.1	10.2	24	26	28	380	8	35	115	682.70	120	8.66	680.58	680.5	6.0	2000
08.35			866	25	28	27			3455	42	32	37	727	21	22	22	1559	46	2048	62	20.2	20.3	10.5	25	26	28	380	8	35	115	682.70	119	7.94	680.99	680.9	6.0	2000
08.40			727	21	22	22			3732	50	42	46	589	17	19	19	1316	38	3048	67	20.3	20.4	10.5	44	44	45	380	8	35	115	682.50	100	7.21	681.38	681.2	6.0	2000
08.45			692	20	22	21			3871	54	46	51	554	16	17	17	1247	34	3118	70	20.8	20.1	10.2	34	29	33	380	8	35	115	682.50	100	7.21	681.52	681.4	6.0	2000
08.50			628	19	21	19			3940	56	48	52	554	16	17	17	1212	35	3152	72	20.8	20.2	10.3	34	29	30	380	8	35	115	682.50	100	7.21	681.58	681.4	6.0	2000
08.55			628	19	21	20			3854	52	46	51	589	17	17	17	1247	34	3083	70	19.9	20.1	10.2	39	31	31	380	8	35	115	682.50	99	6.49	682.10	682.1	6.0	2000
09.00			628	19	21	20			3854	52	46	51	589	17	17	17	1247	34	3083	70	19.9	20.1	10.2	39	31	31	380	8	35	115	682.50	99	6.49	682.10	682.1	6.0	2000
09.05			692	20	22	22			3801	52	45	49	589	17	18	17	1282	37	3083	69	20.1	20.2	10.4	37	29	30	380	8	35	115	682.50	99	6.49	682.52	682.5	6.0	2000
09.10			727	21	22	22			3747	51	44	49	624	18	18	18	1351	39	3118	69	19.9	20.1	10.1	38	32	46	380	8	35	115	682.50	99	6.49	682.70	682.7	6.0	2000
09.15			727	21	22	22			3529	72	67	72	589	17	18	18	1316	38	2845	90	20.8	20.2	10.2	40	29	37	380	8	35	115	682.50	99	6.49	682.90	682.9	6.0	2000
09.20			727	21	22	22			3529	72	66	72	624	18	18	18	1351	39	3080	91	20.8	20.2	10.3	37	29	41	380	8	35	115	682.50	99	6.49	683.05	683.1	6.0	2000
09.25			762	22	24	24			3447	104	77	104	624	18	19	19	1396	40	3023	123	20.4	20.4	10.5	37	29	33	380	8	35	115	682.50	99	6.49	683.25	683.3	6.0	2000
09.30	0		797	23	26	26			3875	82	73	82	658	19	20	20	1445	41	4526	102	20.4	20.5	10.6	37	30	34	380	8	35	115	682.50	99	6.49	683.25	683.3	6.0	2000
09.35	0		1874	21	32	34			7839	238	217	237	952	27	29	29	2869	59	9838	259	20.7	20.9	10.9	42	32	41	380	8	35	115	682.50	99	5.77	682.56	682.5	13.9	10040
09.40	0		1108	22	29	26			7698	222	212	222	978	28	30	29	2878	60	9748	258	20.7	20.9	10.9	45	32	39	380	8	35	115	682.50	99	5.77	681.95	681.9	13.5	10106
09.45	0		1874	21	34	32			7611	220	211	220	961	26	27	27	1874	57	9595	246	20.7	20.9	10.9	41	32	38	380	8	35	115	682.50	99	5.77	683.50	683.5	13.5	10106
09.50	0		955	27	30	29			7112	16	17	16	861	26	26	24	1767	51	3799	59	20.1	20.3	10.5	27	27	33	380	8	35	115	682.50	99	5.77	683.55	683.6	6.0	2000
09.55	0		831	24	27	26			7386	30	33	33	727	21	22	21	1559	45	2944	61	20.3	20.4	10.5	24	26	34	380	8	35	115	682.50	99	4.23	683.35	683.4	6.0	2000
12355		400	400	400	12355	400	400	400	12355	400	400	400	0				27712	800	2944	85							280	8	35	115				0.0	14.8	10228	
Maka																																					
Jumlah																																					
Total																																					
CATATAN:																																					

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAPORAN HARIAN TURBIN PLTA BATANG AGAM

UNIT : 2 (DUA)

TANGGAL : 14 APRIL 2020 / HARI : SELASA

ZAM	KW	Rpm	Grade Position (%)	Grade Position (mm)	TEMPERATUR (°C)								PRESSURE					
					Air outlet	Air intake	Throat Bearing	Radial bearing (Turbine side)	Radial bearing (Generator side)	Pen. Stok (mm)	Casing (mm)	Downer (mm)	Isat	Pipe	Air intake Head and kg/Con.	Air intake drainer kg/Con.	Pelumas selubung cooler kg/Con.	Pelumas inside cooler kg/Con.
00.00	2400	750	99	156	24	52	54	58	57	85	85	13	0,7	5,2	2,3	8,4	2,2	2,5
01.00	2400	750	99	156	24	52	54	58	55	85	85	13	0,8	5,2	2,3	8,4	2,1	2,5
02.00	2400	750	99	156	24	52	54	58	63	85	85	13	0,9	5,2	2,3	8,4	1,9	2,5
03.00	2400	750	99	156	24	52	54	58	63	85	85	13	0,9	5,2	2,3	8,4	1,9	2,5
04.00	2400	750	99	156	24	52	54	58	63	85	85	13	0,9	5,2	2,3	8,4	1,9	2,5
05.00	2400	750	99	156	24	52	54	58	63	85	85	13	0,9	5,2	2,3	8,4	1,9	2,5
06.00	2400	750	100	156	24	52	54	58	63	85	85	13	0,9	5,2	2,3	8,4	1,9	2,5
07.00	2400	750	100	156	24	52	54	58	63	85	85	13	0,9	5,2	2,3	8,4	1,9	2,5
08.00	2250	750	100	156	25	52	54	50	51	84	84	12	0,5	5,2	2,5	8,5	2,7	2,5
09.00	2250	750	100	156	25	52	54	50	51	84	84	12	0,5	5,2	2,5	8,5	2,7	2,5
10.00	2000	750	81	127	25	51	54	57	51	87	87	13	0,5	4,4	2,6	8,9	2,7	2,5
11.00	2000	750	81	127	25	51	54	57	51	87	87	13	0,5	4,2	2,6	8,9	2,7	2,5
12.00	2000	750	81	127	25	51	54	58	51	88	88	13	0,5	4,4	2,6	8,9	2,7	2,5
13.00	2000	750	81	127	25	51	54	58	51	88	88	13	0,5	4,4	2,6	8,9	2,7	2,5
14.00	2500	750	67	105	24	50	54	58	51	91	91	12	0,6	8,6	2,7	9,3	2,7	2,5
15.00	2500	750	67	105	24	50	54	58	51	91	91	12	0,6	8,6	2,7	9,3	2,7	2,5
16.00	2500	750	67	105	24	50	54	58	51	91	91	12	0,6	8,6	2,7	9,3	2,7	2,5
17.00	2500	750	67	105	24	50	54	58	51	91	91	12	0,6	8,6	2,7	9,3	2,7	2,5
18.00	2400	750	88	154	24	49	54	54	52	88	88	10	0,5	5,2	2,5	8,6	2,7	2,5
19.00	2400	750	88	154	24	49	54	54	52	88	88	10	0,5	5,4	2,5	8,6	2,7	2,5
20.00	2400	750	88	154	24	49	54	54	52	88	88	10	0,5	5,2	2,5	8,6	2,7	2,5
21.00	2400	750	88	154	24	49	54	54	52	88	88	10	0,5	5,2	2,5	8,6	2,7	2,5
22.00	2400	750	88	154	24	49	54	54	52	88	88	10	0,5	5,2	2,5	8,6	2,7	2,5
23.00	2400	750	88	154	24	49	54	54	52	88	88	10	0,5	5,2	2,5	8,6	2,7	2,5
Max																		
Avg	2095	1012	110%			65	65	65	65	65	115	115						
Total	4700	1238	118%			76	76	76	76	76	126	126						
Current :																		

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 20kV) PLTA BATANG AGAM

TANGGAL : 14 APRIL 2020 / HARI : SELASA

TARIK	PENYALURAN 20KV												TOTAL PENYALURAN				Run-Ret 20KV		Penyaluran Sendiri		Pemutus		Peralatan													
	BATANGAGAM-F1			BATANGAGAM-F2			PAYAKINIEH-F1			PAYAKINIEH-F2			P1-P2-F4		TOTAL LAR 2																					
	AMPER			AMPER			AMPER			AMPER			AMPER		AMPER																					
	KWH	B	S	I	KWH	B	S	I	KWH	B	S	I	KWH	B	S	I	KWH	B	S	I																
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000															
	06.00	7652	22	21	22	277	8	9	9	8452	266	227	262	277	8	8	8	1316	28	9768	252	26,7	21,0	21,0	42	24	26	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6
06.00	727	21	20	22	277	8	9	9	8418	262	226	26	277	8	7	8	1282	27	8699	251	26,7	21,0	21,0	47	29	28	280	8	12	118	685,6	13,6	1820			
06.00	727	21	20	22	277	8	9	9	8452	266	227	262	242	7	7	7	1247	26	8699	251	26,7	21,0	21,0	47	29	29	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
06.00	727	21	20	22	277	8	9	9	8452	266	227	262	242	7	7	7	1247	26	8699	251	26,7	21,0	21,0	47	29	29	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
06.00	727	21	20	22	277	8	9	9	8418	262	226	262	242	7	7	7	1247	26	8655	250	26,8	21,0	21,0	42	24	24	280	8	12	118	685,6	13,6	1820			
06.00	762	22	22	22	277	8	9	9	8279	227	277	8	7	8	7	8	1214	28	8655	250	26,8	21,0	21,0	42	24	24	280	8	12	118	685,6	13,6	1820			
06.00	922	27	24	28	281	11	12	12	7794	252	218	212	212	9	9	10	1628	47	8422	324	26,4	20,9	20,9	42	24	29	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
07.00	1082	29	29	32	281	11	12	12	7759	250	218	222	246	10	10	10	1722	58	8491	324	26,4	20,7	20,7	42	24	41	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
08.00	1074	27	29	32	281	11	12	12	7759	250	217	226	246	10	9	10	1801	22	8261	324	26,4	20,7	20,7	42	24	41	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
08.00	1082	29	28	30	246	10	11	11	7829	238	219	226	212	9	9	9	1663	48	8491	322	26,2	20,4	20,4	42	24	41	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
08.00	978	28	27	30	246	10	11	11	6925	200	192	200	212	9	9	9	1628	47	8256	299	26,4	20,9	20,9	41	28	41	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	7867	200	204	202	246	10	10	10	1290	69	72	71	212	9	9	9	77725	13112	78	18,4	18,0	19,9	40	22	28	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820	
12.00	6428	182	182	184	212	9	11	11	12459	71	68	72	212	9	9	9	7448	215	9907	80	18,8	18,0	19,8	41	22	42	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	6428	182	182	184	212	9	11	11	12804	61	58	61	212	9	9	9	7774	210	8660	49	18,8	20,0	20,1	40	26	40	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	6478	187	187	187	212	9	11	11	16218	47	42	42	212	9	9	9	7181	285	8729	56	18,8	20,0	20,2	39	26	42	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	6478	187	187	187	212	9	11	11	16218	47	42	42	212	9	9	9	7124	294	8764	56	18,8	20,0	20,1	44	41	46	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1829	20	20	20	416	12	12	12	8428	187	184	189	246	10	10	10	1801	22	7240	347	26,8	21,0	21,0	42	24	40	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1829	20	21	22	459	12	12	12	7794	252	218	226	246	10	11	11	1871	54	8655	226	26,2	21,0	21,0	47	46	46	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1829	20	20	20	416	12	12	12	8928	200	192	192	212	9	9	9	2840	82	9768	224	26,6	20,8	20,8	42	24	40	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1189	22	22	22	416	12	12	12	7179	207	199	202	212	9	9	9	2494	67	8982	241	26,7	20,9	20,9	44	24	41	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1874	21	21	21	281	11	12	12	7448	215	208	212	231	20	20	20	2296	66	9724	229	26,7	21,0	21,0	44	24	43	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	866	25	24	26	312	9	11	11	7759	250	218	222	492	20	21	20	1871	54	8620	244	26,9	21,0	21,0	42	24	41	280	8	12	118	686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1222	400	400	400	1222	400	400	400	2222	400	400	400	8				27712	800	8620	278											686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1222	400	400	400	1222	400	400	400	1178	24	24	24	24				92712	930	97112												686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820
12.00	1222	400	400	400	1222	400	400	400	1178	24	24	24	24				92712	930	97112												686,15	17,0	12,26	687,65	13,6	1820

CATATAN:

Total



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAPORAN HARIAN TURBIN PLTA BATANG AGAM																								
UNIT : 2 (DUA)																								
TANGGAL : 12 MEI 2020 / HARI : SELASA																								
ZAM	KW	m3	Gndk Pompa (m3)	Gndk Pompa (m3)	TEMPERATUR (°C)										PRESSURE									
					Air inlet	Air outlet	Throat bearing	Roller bearing (Turbine side)	Roller bearing (Generator side)	From Stock (m3)	Chang (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)	Roller (m3)
00.00	2500	750	65	105	25	47	56	58	52	92	91	6	0.5	1.8	1.6	9.2	2.7	2.5						
01.00	2500	750	65	105	25	47	56	58	52	92	91	6	0.5	1.8	1.6	9.2	2.7	2.5						
02.00	2500	750	65	105	25	47	56	58	52	92	91	6	0.5	1.8	1.6	9.2	2.7	2.5						
03.00	2500	750	65	105	25	47	56	58	52	92	91	6	0.5	1.8	1.6	9.2	2.7	2.5						
04.00	2500	750	65	102	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	2.7	2.5	9.4	2.7	2.5						
05.00	2500	750	65	102	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	2.7	2.5	9.4	2.7	2.5						
06.00	2500	750	65	102	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	2.7	2.5	9.4	2.7	2.5						
07.00	2500	750	65	102	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	2.7	2.5	9.4	2.7	2.5						
08.00	2000	750	52	82	24	45	55	57	52	95	95	5	0.5	2	2.7	9.3	2.7	2.5						
09.00	2000	750	52	82	24	45	55	57	52	95	95	5	0.5	2	2.7	9.3	2.7	2.5						
10.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
11.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
12.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
13.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
14.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
15.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
16.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
17.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
18.00	2000	750	75	115	25	47	55	58	52	92	92	6	0.5	4.2	2.6	9.4	2.7	2.5						
19.00	2500	750	95	155	27	50	56	58	52	94	94	6	0.5	5.2	3.2	9.6	2.7	2.5						
20.00	2400	750	100	155	27	50	56	58	52	94	94	6	0.5	5.2	3.2	9.6	2.7	2.5						
21.00	2400	750	100	155	27	50	56	58	52	94	94	6	0.5	5.2	3.2	9.6	2.7	2.5						
22.00	2400	750	100	155	27	50	56	58	52	94	94	6	0.5	5.2	3.2	9.6	2.7	2.5						
23.00	2000	750	52	82	24	45	55	57	52	95	95	5	0.5	2	2.7	9.3	2.7	2.5						
Maks																								
Min																								
Total																								
Catatan :																								

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 20kV) PLTA BATANG AGAM

TANGGAL : 12 MEI 2020 / HARI : SELASA

ZAM	PENYALURAN 10KV										TOTAL PENYALURAN										Penyaluran Sendiri			RUMAH			KAWAN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	BATANGAGAM - F1					BATANGAGAM - F2					BATANGAGAM - F3					BATANGAGAM - F4					Feeder 20KV					ANIFER			RUMAH			KAWAN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	ANIFER					ANIFER					ANIFER					ANIFER					RUMAH					ANIFER			RUMAH			KAWAN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R	S	N	I	KW	R

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

[illegible][illegible]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAPORAN HARIAN TURBIN PLTA BATANG AGAM

UNIT : 2 (DUA)

TANGGAL : 14 JULI 2020 / HARI : SELASA

ZAMAN	KW	Rpm	Grade Position (%)	Grade Position (mm)	TEMPERATUR (°C)										PRESSURE																				
					Air outlet	Air intake	Thrust bearing	Roller bearing (The first side)	Roller bearing (Generator side)	Pin Stock (mm)	Couling (mm)	Bearing (mm)	Aval	Flow	Air intake shaft and leg cond.	Air intake turbine leg cond.	Pelamin sublimin cooler leg cond.	Pelamin sublimin cooler leg cond.	Pelamin sublimin cooler leg cond.																
00.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
01.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
02.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
03.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
04.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
05.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
06.00	2500	750	63	100	22	66	56	56	50	92	92	8	0.6	2.8	2.5	9.4	2.7	2.5																	
07.00	2500	750	63	100	22	66	56	56	50	92	92	8	0.6	2.8	2.5	9.4	2.7	2.5																	
08.00	2500	750	63	100	22	66	56	56	50	92	92	8	0.6	2.8	2.5	9.4	2.7	2.5																	
09.00	2500	750	63	100	22	66	56	56	50	92	92	8	0.6	2.8	2.5	9.4	2.7	2.5																	
10.00	2500	750	63	100	22	66	56	56	50	92	92	8	0.6	2.8	2.5	9.4	2.7	2.5																	
11.00	2500	750	63	100	22	66	56	56	50	92	92	8	0.6	2.8	2.5	9.4	2.7	2.5																	
12.00	2500	750	63	100	22	66	56	56	50	92	92	8	0.6	2.8	2.5	9.4	2.7	2.5																	
13.00	700	750	25	40	32	42	26	26	31	68	68	8	0.6	1.6	2.6	9.7	2.7	2.5																	
14.00	700	750	25	40	32	42	26	26	31	68	68	8	0.6	1.6	2.6	9.7	2.7	2.5																	
15.00	700	750	25	40	32	42	26	26	31	68	68	8	0.6	1.6	2.6	9.7	2.7	2.5																	
16.00	700	750	25	40	32	42	26	26	31	68	68	8	0.6	1.6	2.6	9.7	2.7	2.5																	
17.00	700	750	25	40	32	42	26	26	31	68	68	8	0.6	1.6	2.6	9.7	2.7	2.5																	
18.00	700	750	25	40	32	42	26	26	31	68	68	8	0.6	1.6	2.6	9.7	2.7	2.5																	
19.00	3500	750	68	150	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	05.00	2.6	8.9	2.7	2.5																	
20.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
21.00	3600	750	77	121	34	48	26	27	31	68	68	11	0.6	4.2	2.6	8.9	2.7	2.5																	
22.00	3600	750	76	116	26	66	56	57	51	92	92	10	0.6	4.1	2.5	9.4	2.7	2.5																	
23.00	3600	750	76	116	26	66	56	57	51	92	92	10	0.6	4.1	2.5	9.4	2.7	2.5																	
Alarm	3995	1012	110%		65	65	65	65	65	115	115																								
Total	4200	1520	110%		76	76	76	76	76	126	126																								

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 20kV) PLTA BATANG AGAM

TANGGAL : 14 JULI 2020 / HARI : SELASA

NO	KWH	PENYALURAN 20KV															TOTAL PENYALURAN		Rus-Feeder 20KV			Pemasangan Sendiri				RUMAH		TUKANG			Jumlah RT - KWH	Grafik	Total Rumah RT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		BATANGAGAM-FA			PAYAKINREH-FA			PAYAKINREH-FA			PAYAKINREH-FA			PUSAKA-FA			TOTAL RT - FA	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		AMPER			AMPER			AMPER			AMPER			AMPER																				AMPER																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT																		KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	KWH	RUMAH	RT	K



LAPORAN HARIAN TURBIN PLTA BATANG AGAM

UNIT : 2 (DUA)

TANGGAL : 12 AGUSTUS 2020 / HARI : RABU

Waktu	TEMPERATUR (°C)										PRESSURE									
	Oil	Water	Air	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water
00.00																				
01.00																				
02.00																				
03.00																				
04.00																				
05.00																				
06.00																				
07.00																				
08.00																				
09.00																				
10.00																				
11.00																				
12.00																				
13.00																				
14.00																				
15.00																				
16.00																				
17.00																				
18.00																				
19.00	3200	720	68	126	45	36	47	44	45	87	84	2	0.3	2.4	0.3	0.2	0.7	0.2		
20.00	3200	720	68	126	45	36	47	44	45	87	84	2	0.3	2.4	0.3	0.2	0.7	0.2		
21.00	3200	720	68	126	45	36	47	44	45	87	84	2	0.3	2.4	0.3	0.2	0.7	0.2		
22.00	3200	720	68	126	45	36	47	44	45	87	84	2	0.3	2.4	0.3	0.2	0.7	0.2		
23.00	3200	720	68	126	45	36	47	44	45	87	84	2	0.3	2.4	0.3	0.2	0.7	0.2		
Max																				
Min	2995	1012	110%		65	65	65	65	65	115	115									
Total	4500	1220	110%		75	75	75	75	75	125	125									
Catatan :																				

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 10kV) PLTA BATANG AGAM

TANGGAL : 12 AGUSTUS 2020 / HARI : RABU

Waktu	TENSITASI (V)										TENSITASI (V)									
	Oil	Water	Air	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Oil	Water	Air	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water
00.00																				
01.00																				
02.00																				
03.00																				
04.00																				
05.00																				
06.00																				
07.00																				
08.00																				
09.00																				
10.00																				
11.00																				
12.00																				
13.00																				
14.00																				
15.00																				
16.00																				
17.00																				
18.00																				
19.00																				
20.00																				
21.00																				
22.00																				
23.00																				
Max																				
Min																				
Total																				
Catatan :																				

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAPORAN HARIAN TURBIN PLTA BATANG AGAM
UNIT : 1 (SCA)
TANGGAL : 14 SEPTEMBER 2020 / HARI : SENIN

NO	Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	06.00																															
2	07.00																															
3	08.00																															
4	09.00																															
5	10.00																															
6	11.00																															
7	12.00																															
8	13.00																															
9	14.00																															
10	15.00																															
11	16.00																															
12	17.00																															
13	18.00																															
14	19.00																															
15	20.00																															
16	21.00																															
17	22.00																															
18	23.00																															
19	00.00																															
20	01.00																															
21	02.00																															
22	03.00																															
23	04.00																															
24	05.00																															

LAPORAN HARIAN CONTROL ROOM (FEEDER 10KV) PLTA BATANG AGAM
TANGGAL : 14 SEPTEMBER 2020 / HARI : SENIN

NO	Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	06.00																															
2	07.00																															
3	08.00																															
4	09.00																															
5	10.00																															
6	11.00																															
7	12.00																															
8	13.00																															
9	14.00																															
10	15.00																															
11	16.00																															
12	17.00																															
13	18.00																															
14	19.00																															
15	20.00																															
16	21.00																															
17	22.00																															
18	23.00																															
19	00.00																															
20	01.00																															
21	02.00																															
22	03.00																															
23	04.00																															
24	05.00																															

Data Vibrasi

 Unit Pelaksana Pembangkitan Sukitnggi	PREDICTIVE MAINTENANCE										No. Form	
	KONDISI OVERALL VIBRASI PERALATAN PEMBANGKIT UNIT PLTA BATANG AGAM										Tanggal	
	BULAN SEPTEMBER 2020										Revisi	
											Halaman	

NO	Peralatan pembangkit	Kondisi peralatan Tahun 2020												Keterangan
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
1	Generator Drive Side													Normal operasi
2	Generator Anti Drive Side													Normal operasi
3	Lubricating Oil Pump 1													Normal operasi
4	Lubricating Oil Pump 2													Normal operasi
5	Oil Pressure Pump 1													Normal operasi
6	Oil Pressure Pump 2													Normal operasi

NO	Peralatan pembangkit	Kondisi peralatan Tahun 2020												Keterangan
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
1	Generator Drive Side													Normal operasi
2	Generator Anti Drive Side													Normal operasi
3	Lubricating Oil Pump 1													Normal operasi
4	Lubricating Oil Pump 2													Normal operasi
5	Oil Pressure Pump 1													Normal operasi
6	Oil Pressure Pump 2													Normal operasi

Handwritten signature



PLN		PREDICTIVE MAINTENANCE		No. Form	
Unit Pelayanan Pembangkitan Listrik		KONDISI OVERALL VIBRASI PERALATAN PEMBANGKIT UNIT PLTA BATANG AGAM		Tanggal	
		BULAN SEPTEMBER 2020		Revisi	
				Halaman	

NO	Peralatan pembangkit	Kondisi peralatan Tahun 2020												Keterangan
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
1	Generator Drive Side													Normal operasi
2	Generator Anti Drive Side													Normal operasi
3	Lubricating Oil Pump 1													Normal operasi
4	Lubricating Oil Pump 2													Tidak dapat izin operasi
5	Oil Pressure Pump 1													Normal operasi
6	Oil Pressure Pump 2													Normal operasi

Keterangan

	Alarm
	Normal
	Warning
	Tidak terlaksana

34 / 34

PLN		PREDICTIVE MAINTENANCE														No. Form				
Unit Pelayanan (Corporate/Service)		HASIL PENGUKURAN VIBRASI PLTA BATANG AGAM														Tanggal				
		BULAN SEPTEMBER 2020														Revisi				
No.	Equipment	Tanggal Pengukuran	Titik Pengukuran	Resonansi ISO 10818-3, ISO 10818-5, B ISO 10119-4		Hasil Pengukuran Vibrasi (mm/s)												Parameter Operasi	Status Peralatan	Rekomendasi
				Hz	CPS	Vertical	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal			
UNIT 1																				
1	GENERATOR DRIVE SIDE	14/09/2020	Horizontal	5.8	4	0.01	0.01	0.5	0.71	0.55	0.26	0.01	0.07	0.04	0.04	0.04	Temp. Thrust B : °C	Normal		
			Vertical			0.46	0.51	0.87	0.58	0.23	0.32	0.08	0.43	0.43	0.43					
			Asal			0.46	0.84	0.87	0.49	0.41	0.23	0.8	0.45	0.51						
2	GENERATOR ANTI DRIVE SIDE	14/09/2020	Horizontal	5.8	4	0.01	0.01	0.26	0.41	0.1	0.43	0.34	0.28	0.08	0.08	Temp. Thrust B : °C	Normal			
			Vertical			0.17	0.24	0.34	0.31	0.15	0.4	0.22	0.14	0.12			Temp. Generator B : °C			
			Asal			0.16	0.81	0.20	0.47	0.28	0.49	0.38	0.75	0.48						
4	LUBRICATING OIL PUMP A	14/09/2020	Horizontal	5.8	4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	Arus nominal : 6.5 A	Normal			
			Vertical			0.09					1.02	1.32	1.02	1.38						
			Asal			1.81					1.46	1.48	1.38	1						
			Horizontal			0.24					2.34	2.14	1.82	1.82						
			Asal			2.49					1.7	1.7	1.42	0.94						
			Horizontal			0.24					2.09	2	1.46	1.7						
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														
			Vertical			1.02														
			Asal			1.02														
			Horizontal			1.02														

34 / 34

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 - Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PLN Unit Pelaksana Pemeliharaan (u. Kelola)				PREDIKSI UPTIME HASIL PENGUKURAN VIBRASI PLTA BATANG AGAM												No. Form Tanggal Revisi Revisi					
BULAN SEPTEMBER 2020																			Parameter		
No.	Equipment	Tanggal Pengukuran	Titik Pengukuran	Rentan ISO 1088-3, ISO 1088-5, ISO 1088-6, & ISO 1088-8		Hasil Pengukuran Vibrasi (mm/s)										Parameter Operasi	Status Perawatan	No Rekomendasi			
				h/c	g/b	Januari	Februari	Maret	April	Mai	Juni	Juli	Agustus	September							
7	OIL PRESSURE PUMP B	14/09/2020	INDEK H	1.8	4.5		0.9	0.72	0.15	0.31	0.23	0.29	0.24	0.32	Arus nominal : 3 A	Normal					
			INDEK V			0.26	0.17	0.18	0.17	0.17	0.18	0.18	0.17								
			MON H			0.04	0.02	0.04	0.1	0.28	0.22	0.25	0.5								
			MON V			0.52	0.31	0.31	0.41	0.29	0.23	0.03	0.18								
			PA			0.25	0.1	0.19	0.26	0.23	0.2	0.25	0.12								
			PMH H			0.09	0.23	0.24	0.03	0.28	0.3	0.27	0.13								
			PMH V			0.02	0.45	0.41	0.41	0.38	0.45	0.48	0.48								
			PMH			0.03	0.19	0.21	0.21	0.24	0.22	0.22	0.25								
			PMV			0.28	0.19	0.2	0.24	0.23	0.17	0.2	0.28								
			PA			0.53	0.17	0.19													
UNIT 2																					
1	GENERATOR DRIVE SIDE	14/09/2020	Horizontal	1.8	4.5	0.58	0.83	0.05	0.12	0.50	0.38	0.58	0.4	0.58	Temp. Turbin B : °C	Normal					
			Vertical			0.48	0.54	0.49	0.47	0.45	0.33	0.48	0.48	0.48							
			Axis			0.82	0.45	0.45	0.45	0.47	0.42	0.48	0.39	0.49							
2	GENERATOR ANTI DRIVE SIDE	14/09/2020	Horizontal	1.8	4.5	0.18	0.14	0.14	0.41	0.3	0.69	0.27	0.12	0.19	Temp. Turbin B : °C Temp. Generator B : °C	Normal					
			Vertical			0.18	0.12	0.13	0.2	0.23	0.32	0.17	0.12	0.19							
			Axis			0.13	0.19	0.23	0.19	0.27	0.18	0.14	0.19	0.19							
4	LUBRICATING OIL PUMP A	14/09/2020	MONITOR	1.8	4.5		0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	Arus nominal : 3 A tekanan : 2.5 bar	Normal					
			MONITOR			0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08							
			MON H			1.08	1.38	0.6	0.61	0.61	0.67	0.71	0.68	0.68							
			MON V			0.59	0.59	0.41	0.44	0.4	0.52	0.59	0.57	0.57							
			PA			0.03	0.37	0.31	0.31	0.34	0.3	0.38	0.39	0.39							
			PMH H					0.01													
			PMH V					0.09	0.04	0.09	0.09	0.12	0.12	0.12							
			PMH					0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04							
			PMV					0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04							
			PA					0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04							
5	LUBRICATING OIL PUMP B	14/09/2020	MONITOR	1.8	4.5		0.09	0.04	0.09	0.09	0.09	0.12	0.12	0.12	Arus nominal : 3 A tekanan : 2.5 bar	Normal					
			MONITOR			1.08	1.38	0.6	0.61	0.61	0.67	0.71	0.68	0.68							
			MON H			1.08	1.38	0.6	0.61	0.61	0.67	0.71	0.68	0.68							
			MON V			0.59	0.59	0.41	0.44	0.4	0.52	0.59	0.57	0.57							
			PA			0.03	0.37	0.31	0.31	0.34	0.3	0.38	0.39	0.39							
			PMH H					0.01													
			PMH V					0.09	0.04	0.09	0.09	0.12	0.12	0.12							
			PMH					0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04							
			PMV					0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04							
			PA					0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04							

PLN Unit Pelaksana Pemeliharaan Batang Agam				PROSEDUR PEMERIKSAAN HASIL PENGUKURAN VIBRASI PLTA BATANG AGAM BULAN SEPTEMBER 2020												No. Form Tanggal Revisi Revisi		
No.	Equipment	Tanggal Pengukuran	Titik Pengukuran	Rentan ISO 1088-3, ISO 1088-5, ISO 1088-6		Hasil Pengukuran Vibrasi (mm/s)										Parameter Operasi	Status Perawatan	No Rekomendasi
				h/c	g/b	Januari	Februari	Maret	April	Mai	Juni	Juli	Agustus	September				
8	OIL PRESSURE PUMP A	14/09/2020	MONITOR H	1.8	4.5	0.08	0.47	0.23	0.12	0.19	0.38	0.45	0.18	0.18	Arus nominal : 3 A	Normal		
			MONITOR V			0.21	0.38	0.23	0.15	0.15	0.17	0.21	0.18	0.18				
			MONITOR H			0.57	0.71	0.88	0.18	0.25	0.1	0.45	0.71	0.71				
			MONITOR V			0.8	0.94	0.97	0.18	0.14	0.33	0.31	0.32	0.32				
			MONITOR H			0.04	0.07	0.08	0.18	0.31	0.17	0.46	0.16	0.16				
			MONITOR V			0.52	0.41	0.14	0.1	0.19	0.17	0.17	0.2	0.17				
			MONITOR H			0.18	0.44	0.12	0.4	0.37	0.26	0.25	0.28	0.18				
			MONITOR V			0.28	0.39	0.17	0.19	0.19	0.17	0.11	0.18	0.14				
			MONITOR H			0.14	0.31	0.29	0.11	0.18	0.19	0.03	0.17	0.17				
			PA			0.17	0.04	0.14	0.17					0.15				
7	OIL PRESSURE PUMP B	14/09/2020	MONITOR H	1.8	4.5	0.47	0.34	0.48	0.14	0.14		0.18	1.8	0.48	Arus nominal : 3 A	Normal		
			MONITOR V			0.5	0.25	0.35	0.25	0.25		0.19	1.87	0.48				
			MONITOR H			0.58	0.4	0.68	0.49	0.49		0.57	1.18	0.48				
			MONITOR V			0.19	0.04	0.19	0.1	0.1		0.04	0.04	0.04				
			MONITOR H			0.48	0.41	0.45	0.45	0.45		0.41	1.08	0.55				
			MONITOR V			0.19	0.04	0.19	0.21	0.21		0.48	1	0.19				
			MONITOR H			0.17	0.04	0.1	0.41	0.41		0.04	0.04	0.04				
			MONITOR V			0.12	0.57	0.35	0.41	0.41		0.14	0.8	0.1				
			MONITOR H			0.12	0.41	0.39	0.41	0.41		0.18	0.05	0.19				
			PA			0.09	0.57	0.44	0.45			0.08						
UNIT 3																		
1	GENERATOR DRIVE SIDE	14/09/2020	Horizontal	1.8	4.5	0.58	1.02	0.7	0.27	0.7	0.48	0.47	0.58	0.62	Temp. Tachin B : °C	Normal		
			Vertical			0.17	1.05	0.72	0.8	0.48	0.44	0.19	0.62	0.65				
2	GENERATOR ANTI DRIVE SIDE	14/09/2020	Horizontal	1.8	4.5	0.45	0.44	0.31	0.4	0.45	0.38	0.24	0.19	0.25	Temp. Tachin B : °C	Normal		
			Vertical			0.1	0.13	0.21	0.23	0.14	0.17	0.17	0.1	0.17				
4	LUBRICATING OIL PUMP A	14/09/2020	MONITOR H	1.8	4.5	0.70	0.7	0.76	0.49	0.74	0.79	0.7	1.18	0.88	Arus nominal : 5 A tekanan : 2 bar	Normal		
			MONITOR V			0.42	0.19	0.21	0.25	0.41	0.4	0.18	0.18	0.21				
			MONITOR H			0.8	0.88	0.88	0.88	0.78	0.68	0.77	1.1	0.68				
			MONITOR V			0.88	0.49	0.31	0.37	0.45	0.47	0.49	0.91	0.91				
			MONITOR H			0.74	0.72	0.54	0.58	0.55	0.62	0.7	0.88	0.97				
			MONITOR V															
			MONITOR H															
			MONITOR V															
			MONITOR H			1.04	0.77	0.61	0.65	1.1	0.69	0.69	1.09	0.99				
			PA			0.5	0.41	0.26	0.38	0.55	0.5	0.1	0.81	0.45				
UNIT 3																		



K. Lampiran Hasil Perhitungan

1. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.80 – 582.7
 = 100.1 m
2. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 683.00 – 582.7
 = 100.3 m
3. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.50 – 582.7
 = 99.79 m
4. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.70 – 582.7
 = 100 m
5. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.60 – 582.7
 = 99.9 m
6. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.50 – 582.7
 = 99.79 m
7. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.50 – 582.7
 = 99.79 m
8. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.80 – 582.7
 = 100.1 m
9. **Head (m)** = elevasi kolam tando (mdpl) – elevasi turbin (mdpl)
 = 682.50 – 582.7
 = 99.79 m



$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 100.1 - 1.0328$$

$$= 99.07 \text{ m}$$

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 100.3 - 1.0328$$

$$= 99.27 \text{ m}$$

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 99.79 - 1.0328$$

$$= 98.76 \text{ m}$$

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 100 - 1.0328$$

$$= 98.97 \text{ m}$$

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 99.9 - 1.0328$$

$$= 98.87 \text{ m}$$

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 99.79 - 1.0328$$

$$= 98.76 \text{ m}$$

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 99.79 - 1.0328$$

$$= 98.76 \text{ m}$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber: a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 100.1 - 1.0328$$

$$= 99.07 \text{ m}$$

$$H_{eff} = H_{max} - \sum H_L$$

$$= 99.79 - 1.0328$$

$$= 98.76 \text{ m}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.0 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 99.07 \text{ m}$$

$$= 4,854,430 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 4,854,430 \text{ W}$$

$$= 4.85 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.4 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 99.27 \text{ m}$$

$$= 5,253,368 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 5,253,368 \text{ W}$$

$$= 5.25 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.5 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 98.76 \text{ m}$$

$$= 5,323,164 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 5,323,164 \text{ W}$$

$$= 5.32 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.4 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 98.97 \text{ m}$$

$$= 5,237,492 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 5,237,492 \text{ W}$$

$$= 5.23 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.4 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 98.87 \text{ m}$$

$$= 5,232,200 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 5,232,200 \text{ W}$$

$$= 5.23 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.2 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 98.76 \text{ m}$$

$$= 5,032,809 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



$$= 5,032,809 \text{ W}$$

$$= 5.03 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.0 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 98.76 \text{ m}$$

$$= 4,839,240 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 4,839,240 \text{ W}$$

$$= 4.83 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.4 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 99.07 \text{ m}$$

$$= 5,242,784 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 5,242,784 \text{ W}$$

$$= 5.24 \text{ MW}$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 5.0 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 98.76 \text{ m}$$

$$= 4,839,240 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 4,839,240 \text{ W}$$

$$= 4.83 \text{ MW}$$

Base Spektrum Dan Waveform PLTA Batang Agam Unit 2

Bulan Februari 2021

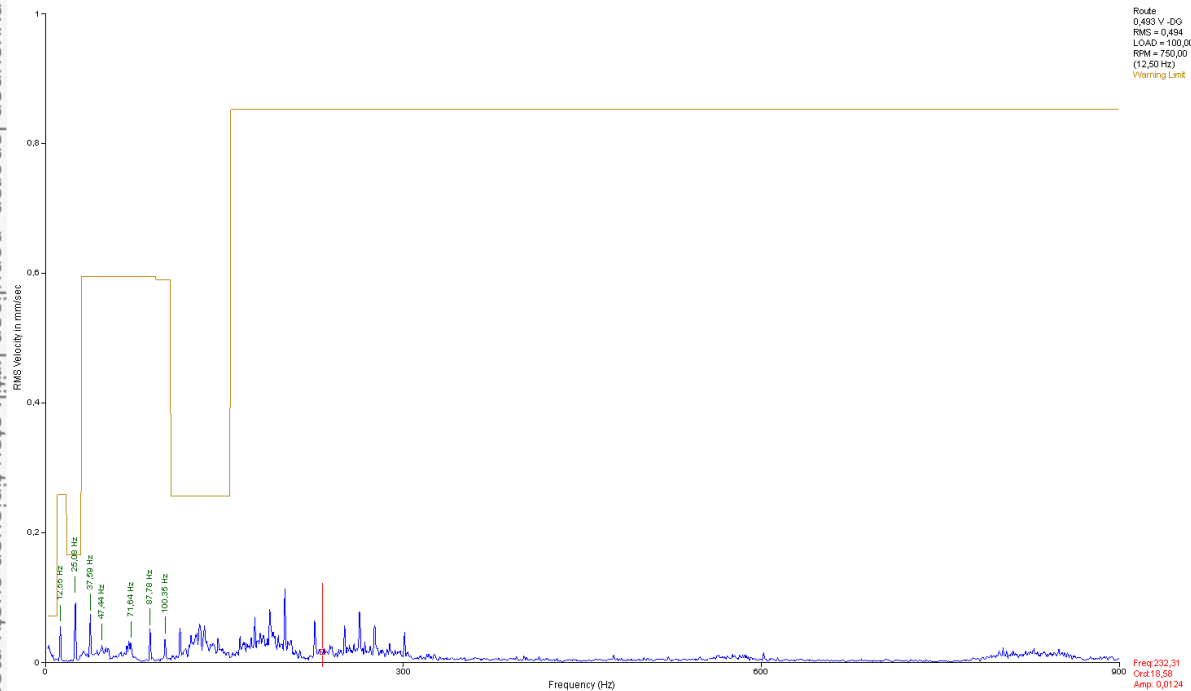
Keterangan : Pengambilan beban 100% (3,5 MW)

Drive Side Horizontal

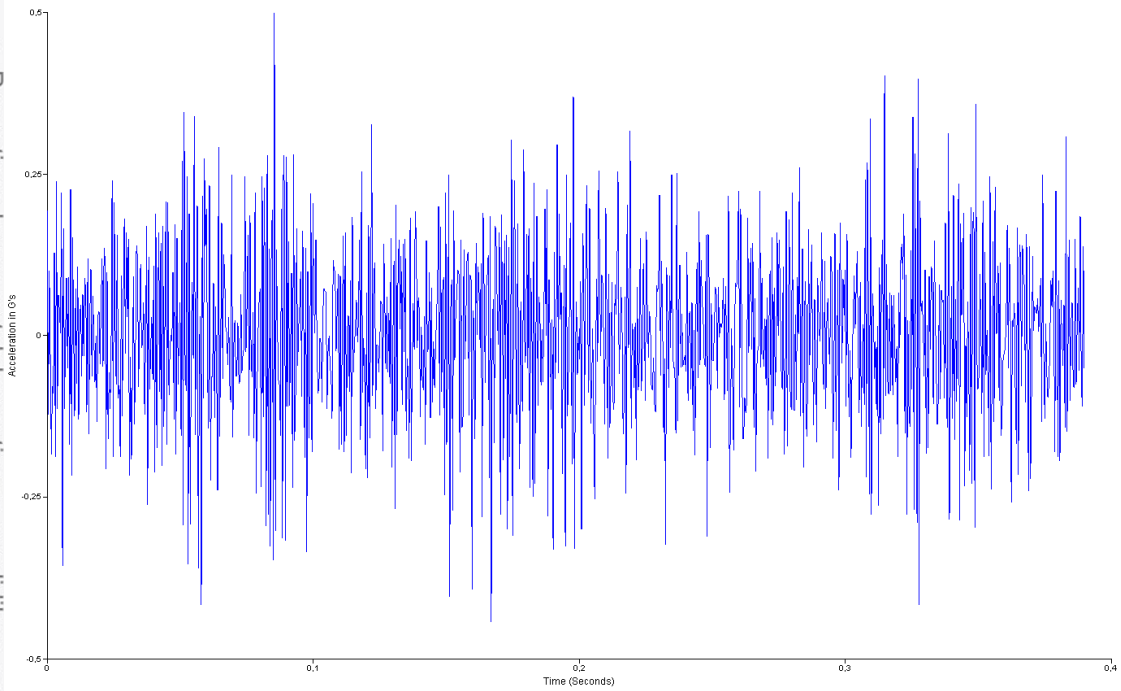
UPK BKT.rbm / 2021 / TG unit 2 / T1X - Turbine Outboard X Radial

08/02/2021 10:01:18

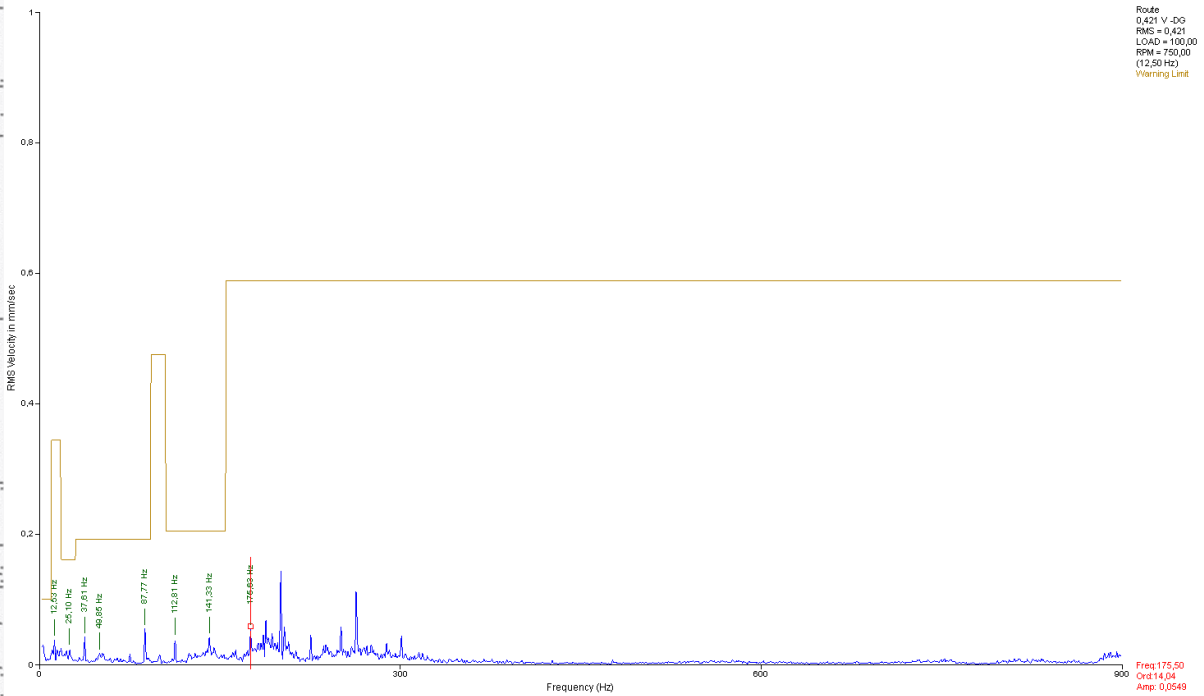
Route
0.493 V -DQ
RMS = 0.494
LOAD = 100.00
RPM = 750.00
(12.50 Hz)
Warning Limit



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengizinkan dan me
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



tanpa meca
Drive Side Vertikal

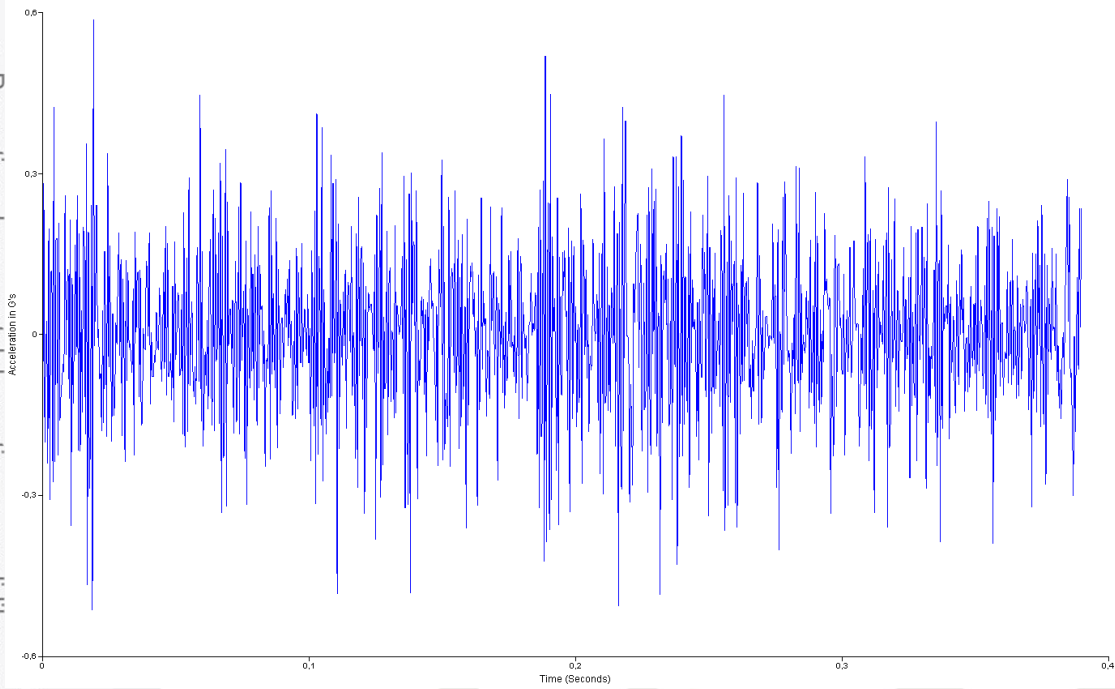


Farif Kasim Riau

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

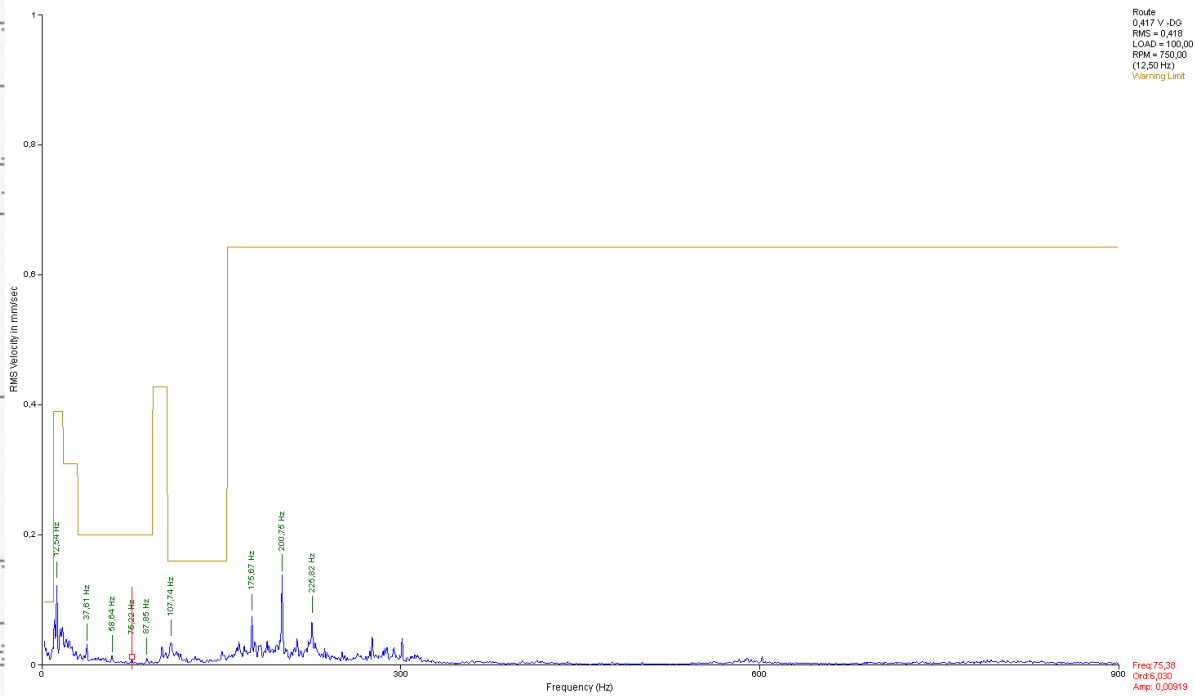


Route
RPM = 750,00
(12,50 Hz)
LOAD = 100,00
RMS = 0,154
Pk(+) = 0,597
Pk(-) = 0,513
Crest = 3,587



Drive Side Aksial

Route
0,417 V - DG
RMS = 0,418
LOAD = 100,00
RPM = 750,00
(12,50 Hz)
Warning Limit

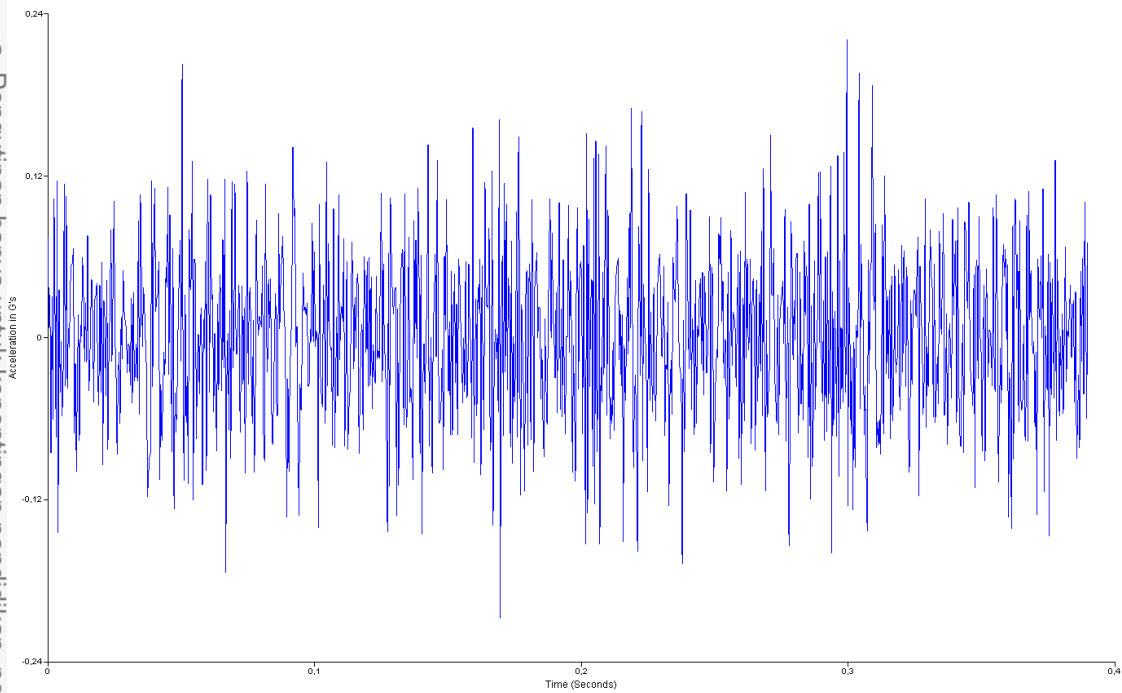


tan Syarif Kasim Riau

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

08/02/2021 10:02:07

Route
RPM = 750,00
(12,50 Hz)
LOAD = 100,00
RMS = 0,0640
Pk(+) = 0,221
Pk(-) = 0,208
Crest = 3,455

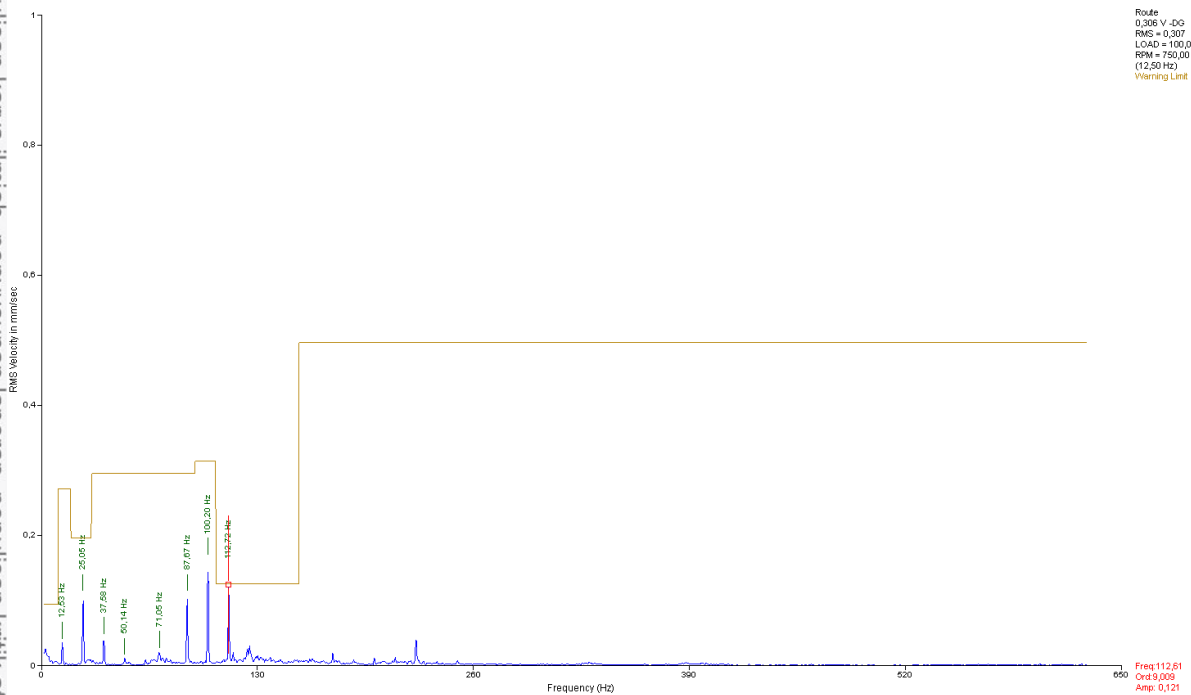


Anti Drive Side Horizontal

UPK BKT.rbm / 2021 / TG unit 2 / G1X - Generator Inboard X Radial

08/02/2021 10:02:42

Route
0,306 V -DG
RMS = 0,307
LOAD = 100,00
RPM = 750,00
(12,50 Hz)
Warning Limit



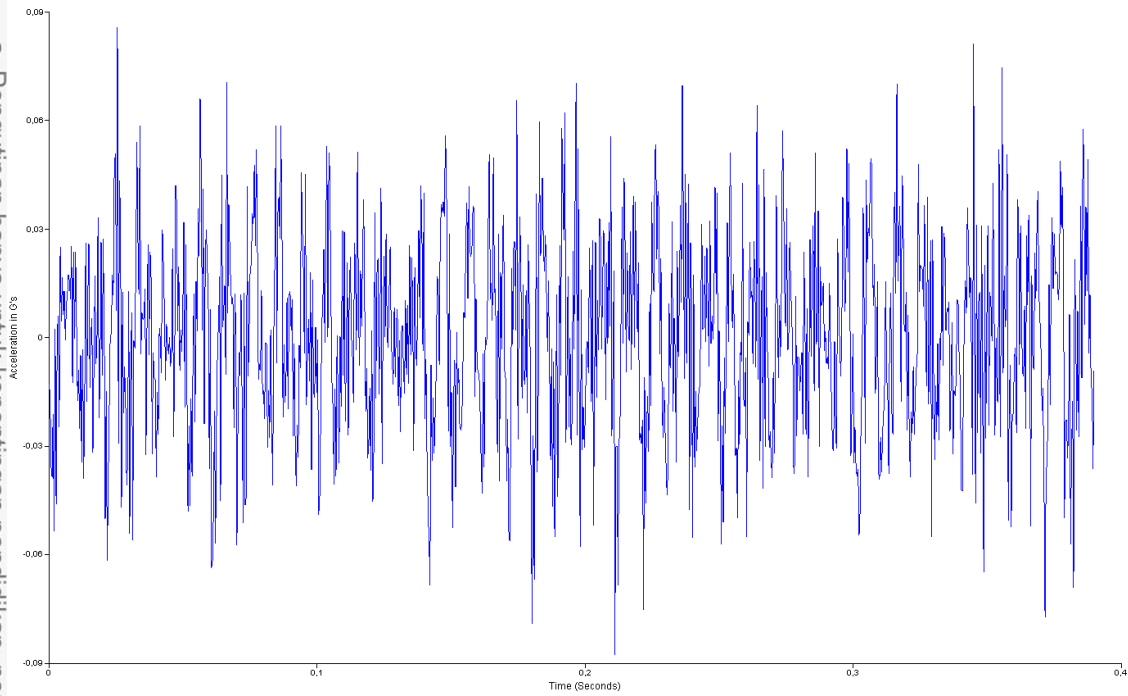
tan Syarif Kasim Riau

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



08/02/2021 10:02:42

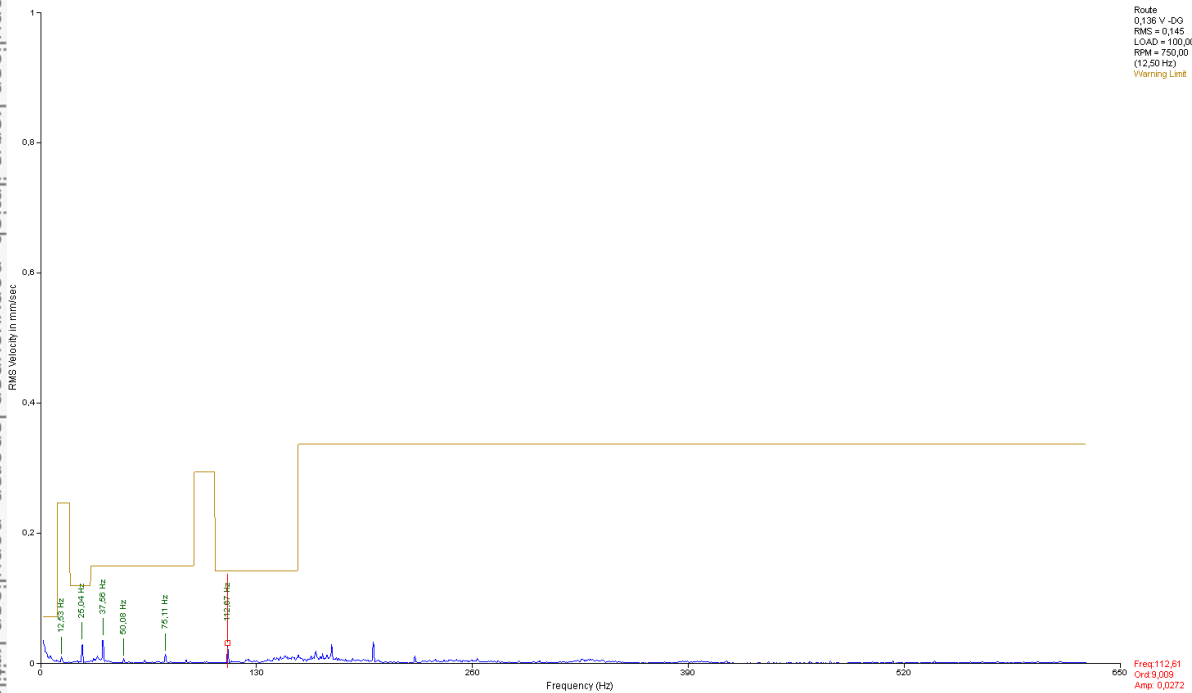
Route
RPM = 750,00
(12,50 Hz)
LOAD = 100,00
RMS = 0,0274
Pk(+) = 0,0867
Pk(-) = 0,0876
Crest = 3,201



Anti Drive Side Vertikal

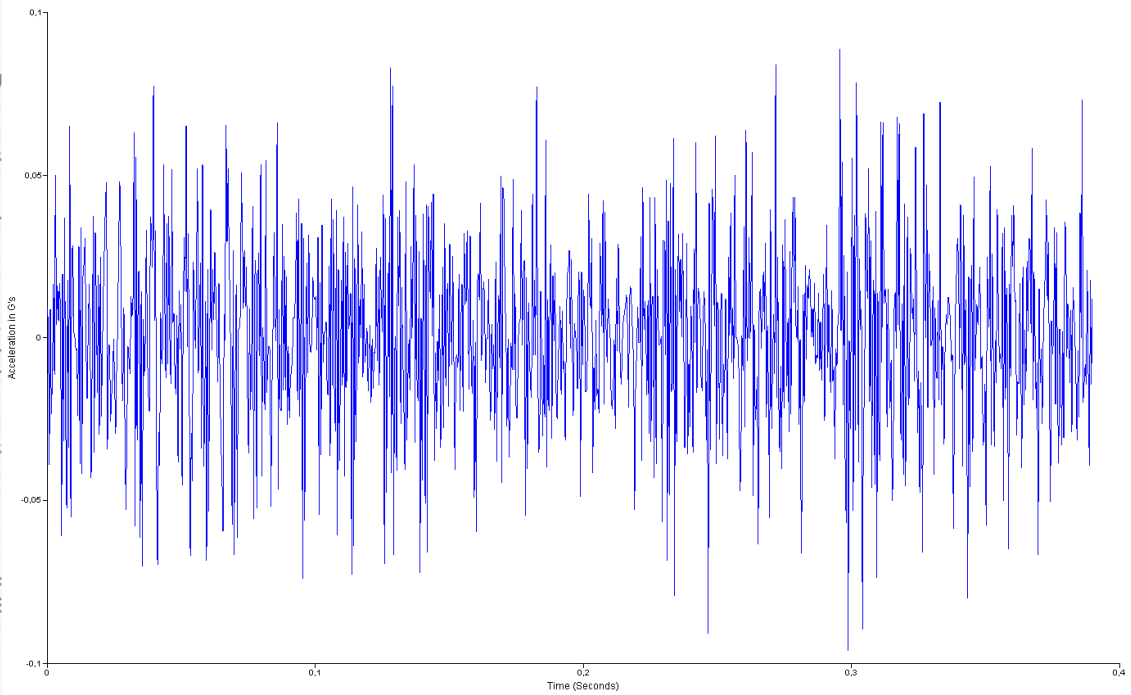
08/02/2021 10:03:04

Route
0,136 V - DO
RMS = 0,145
LOAD = 100,00
RPM = 750,00
(12,50 Hz)
Warning Limit

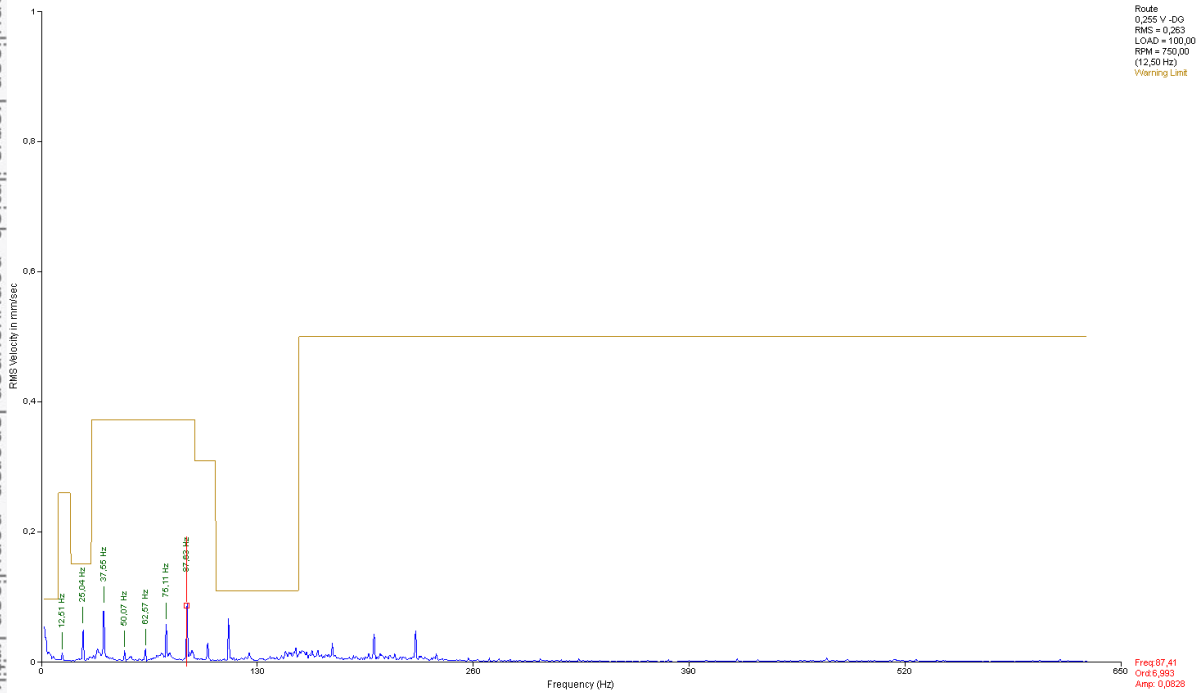


Utan Syarif Kasim Riau

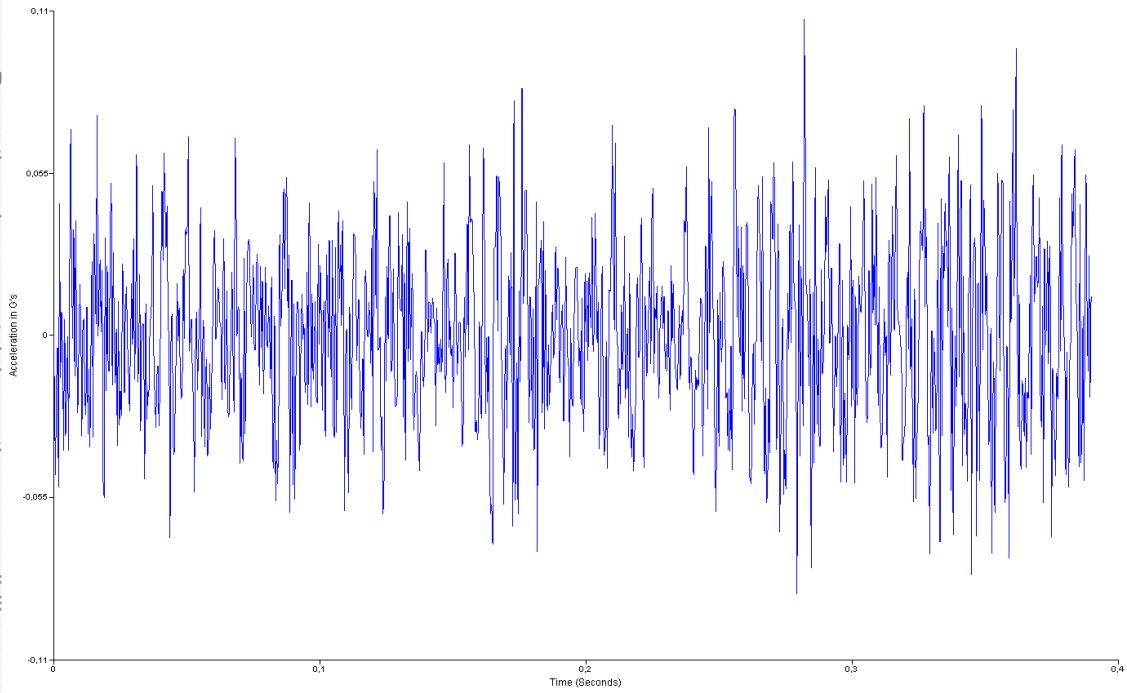
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Anti Drive Side Aksial



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



M. Dokumentasi

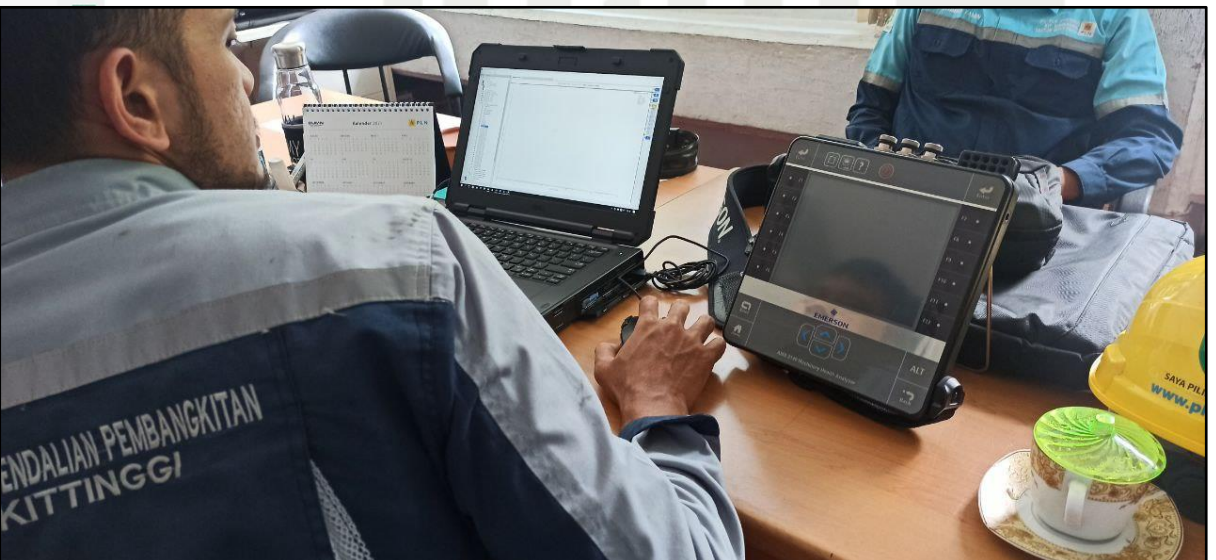
tanam mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





a



f Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BIOGRAFI PENULIS

Dahnil Nurhadian, yang akrab dipanggil Danil, kelahiran Dusun Bakti, 13 Mei 1999. Beralamat di Desa Bakti Makmur, Kecamatan Bagansinembah, Kabupaten Rokan Hilir, Riau. Merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Sujanto dan Ibu Suyati dari empat bersaudara. Kakak bernama Indra Syah Putra, Adik pertama bernama Assyfa Putri dan adik kedua bernama Al-Azri Dinata Putra.

Penulis memulai jenjang pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2005-2011 di SDS 042 Bakti Makmur. Melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 5 Bagansinembah pada tahun 2011-2014, selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Bagansinembah pada tahun 2014-2017. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada Fakultas Sains dan Teknologi tepatnya pada Program Studi Teknik Elektro S1 dengan Konsentrasi Energi.

Pada tanggal 2 Juli 2021 penulis mengikuti ujian Oral Comprehensive dan Alhamdulillah lulus dengan predikat Sangat memuaskan pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.